Theorie und Praxis der Gewerbe.

Hand- und Lehrbuch

der

Technologie.

Für Geschäftsmänner zum Selbstunterricht und zum Gebrauche an Universitäten und technischen Lehranstalten.

Von

Dr. Johannes Rudolf Wagner,

Professor der Technologie an der Universität Würzburg.

Fünfter Band.

Mit 199 Holzschnitten.

Leipzig

Verlag von Otto Wigand.

1864.

Inhalt.

Gerberei.

Leimfabrikation.

Phosphorfabrikation.

Zündrequisiten.

Verarbeitung des Kautschuks und der Guttapercha.

Firnißbereitung.

Kitte.

Die Leuchtmaterialien und die Beleuchtung.

Zusätze zu Band I.

Zusätze zu Band II.

Gerberei, Leim- und Phosphorfabrikation, Zündrequisiten, Firniss und Kitt,

Verarbeitung

des

Kautschuks und der Guttapercha.

Die Gerberei.[1])

§. 1.

Allgemeines und Geschichtliches.

Der Zweck der Gerberei ist die Ueberführung der Haut (hauptsächlich der der Säugethiere) in Leder[2]) (cuir, *leather*), d. h. in die bekannte Substanz, welche bei genügender Festigkeit, Biegsamkeit und Geschmeidigkeit, sich von

[1]) Literatur: Ignatz Bautsch, Ausführliche Beschreibung der Lohgerberei, Dresden 1793; C. von Meidinger, Abhandlung über die Lohgerberei, Leipzig 1802; S. F. Hermbstädt, Chem. technolog. Grundsätze der gesammten Ledergerberei, Berlin 1805; Leuchs, Verbesserungen in der Ledergerberei, Nürnberg 1828; Das Ganze der Lohgerberei, Ulm 1823; Philipps, the art of tanning etc., London 1780; Prechtl, technolog. Encyclopädie, Bd. IX p. 233 Artikel „Leder" (zum großen Theile ein Auszug aus Hermbstädts Grundsätzen); Pelzer, Handbuch der Lederfabrikation, Essen 1837; Bichon, Lehrbuch der Sohllederfabrikation, Berlin 1845; Dumas, Handbuch der angewandten Chemie, Bd. VII p. 664—715; C. H. Schubarth, Handbuch der technischen Chemie, Berlin 1851, Bd. III p. 889—503; S. F. Hermbstädt, Grundriß der Technologie, Berlin 1830, B. II p. 61—117; Bernoulli, Handbuch der Technologie, Basel 1840, Bd. II p. 109—133; J. Girardin, Leçons de chimie élémentaire, Paris 1861, Tome I p. 730—737; Ure, Dictionary of arts, manufactures etc., London 1861, Vol. II p. 674—697; F. Knapp, Lehrbuch der chemischen Technologie, Braunschweig 1847, Bd. II p. 518—595; F. Knapp, Ueber Natur und Wesen des Leders, München 1858 (mein Jahresbericht 1858 p. 521). Die neuen Leistungen und Fortschritte der Lederfabrikation sind zusammengestellt in Wagner, Jahresbericht der chemischen Technologie 1855 (p. 349—359), 1856 (p. 356—366), 1857 (p. 416—418), 1858 (p. 511—539), 1859 (p. 573—575), 1860 (p. 529—537), 1861 (p. 624—631). Für die Praxis der Gerberei ist ferner noch zu nennen die in Berlin erscheinende Gerbezeitung.

[2]) Gerben oder Gärben in der allgemeinen Bedeutung des Wortes heißt einen Rohstoff der Art bearbeiten, daß derselbe veredelt und zum speciellen technischen Gebrauche geeignet erscheint, so spricht man nicht nur vom Gerben der Haut zu Leder, sondern auch vom Gerben des Stahles (vrgl. Bd. I p. 71), wenn man den Rohstahl durch wiederholtes Ausschmieden raffinirt, sagt ferner der Kupferschmied, er habe das Kupfer gegerbt, wenn er eine Platte desselben so ebnet und glättet, daß sie für die Zwecke des Kupferstechers brauchbar wird.

der enthaarten Haut dadurch unterscheidet, daß sie der Fäulniß in hohem Grade widersteht und beim Kochen mit Wasser entweder nicht (wie das lohgare Leder) oder nur nach längerer Zeit (wie das alaungare Leder) in Leim verwandelt werden kann. Der Proceß der Ueberführung der enthaarten und vorbereiteten Haut, der sogenannten Blöße, in Leder, ist, so verschieden auch die in der Praxis angewendeten Mittel sein mögen, im Wesentlichen ein auf physikalische Principien zurückzuführender. In seinem weiteren Begriffe ist nach der Definition von F. Knapp Leder nichts als Haut, in welcher man durch irgend ein Mittel das Zusammenkleben der Fasern beim Trocknen verhindert hat.

Zu welcher Zeit und auf welche Weise die Kunst der Ueberführung der Thierhaut in Leder erfunden worden ist, welche Völker sich vorzugsweise mit der Lederfabrikation beschäftigt haben, darüber fehlen alle bestimmten Nachrichten. In den Schriften der Alten ist überall bereits vom Leder die Rede, fast nirgends aber von der Art und Weise seiner Bereitung. Nach den Angaben von Plinius gerbten die Gallier mit aus Birkenrinde gewonnenem Bitumen, wie es noch heutzutage die Russen bei der Fabrikation des Juchtenleders ausführen. Das Pergament aus Ziegen- und Schaffellen fand bereits zur Zeit des Herodots zum Schreiben Anwendung und schon Ptolomäus Philadelphus bewunderte die Feinheit der Häute, auf welche die griechische Bibelübersetzung geschrieben war. Die gewöhnliche Annahme, daß die Kunst Pergament zu machen, zu Pergamus in Kleinasien erfunden sei, scheint eine irrthümliche zu sein, obwohl die Fabrikation des Pergaments dort vielleicht verbessert wurde, und zwar zu der Zeit, als man dem König Eumenes das Papier aus Aegypten vorenthielt, welches derselbe zur Anlegung einer Bibliothek von dorther verlangte. Ueber die Entstehung der Roth- oder Lohgerberei ist nichts zuverlässiges bekannt; gewöhnlich nimmt man an, daß dieselbe aus dem Orient nach Europa gekommen sei, obgleich dies mit Sicherheit nur für den Saffian anzunehmen ist, welcher in Europa erst mit dem Anfang des 18. Jahrhunderts bekannt wurde. Der dem Saffian ähnliche Corduan, eine mittelst Eisenlohe gegerbte, aus Bock- und Ziegenfellen bereitete Lederart, kommt schon im eilften Jahrhundert vor; von ihm wurden die Schuhmacher Cordobanarii oder Cordonniers genannt. Man glaubt, daß jenes Leder seinen Namen der Stadt Corduba in Syrien verdanke, doch scheint die Kunst, es zu verfertigen, durch die Mauren aus Afrika nach Spanien gekommen zu sein. Das alaungare Leder wurde schon gegen 1550 in Frankreich dargestellt.

Die Gerberei war bis auf die neueste Zeit ein empirisches Gewerbe und erst durch die genaue Kenntniß der Anatomie der Haut, das Studium

des Gerbstoffes und überhaupt der Gerbematerialien hat man die Grundlage geschaffen, die da sein mußte, ehe man an eine Erforschung des Wesens des Gerbeprocesses denken konnte. Das, was man in letzterer Hinsicht weiß, verdankt man den ausgezeichneten und lichtvollen Untersuchungen Fr. Knapp's.

Nicht die Haut im weiteren Sinne des Wortes ist es, die der Gerber verarbeitet, sondern die gereinigte Haut oder die Blöße, mit anderen Worten die auf chemischem und mechanischem Wege von den meisten übrigen Gebilden und Stoffen möglichst befreite Lederhaut (Corium). Die Blöße erscheint im feuchten Zustande als ein weißes, weiches und geschmeidiges Gewebe, das unter dem Mikroskope als aus farblosen, durchsichtigen, durch Gabelung vielfach verästelten, im Allgemeinen der Hautoberfläche parallel laufenden Fasern besteht. Während des Trocknens schrumpft die Blöße zu einer hornartigen, durchscheinenden, anscheinend structurlosen, homogenen Masse ein, welche durch Maceration in Wasser wieder zu der geschmeidigen Haut aufschwillt. Läßt man die Blöße längere Zeit im Wasser liegen, so ist ein fauliger Geruch und ein Schwinden ihrer Substanz zu bemerken, welche Merkmale der Fäulniß nach und nach zunehmen, bis endlich vollständige Fäulniß eintritt.

Das Gerben in seiner allgemeinsten Bedeutung soll nun zweierlei bewirken, nämlich

1) die Neigung der Haut zu faulen möglichst aufzuheben,

2) der Haut die Eigenschaft zu ertheilen, nach beendigtem Trocknen nicht mehr als hornartige Masse, sondern als wahrnehmbar fasriges, nicht durchscheinendes und mehr oder weniger geschmeidiges Gewebe aufzutreten.

Eine Haut, welche diese Eigenschaften zeigt, wird mit dem Namen „gar" bezeichnet und der von dem Wort gar abgeleitete Ausdruck Gerben drückt sehr gut aus, daß es sich bei dem Gerbeprocesse zuvörderst um die Gare handelt, gleichviel ob dieselbe durch dieses oder jenes Mittel erreicht worden sei. Auf die Herstellung der Gare der Haut sind zwar alle Hauptarbeiten, nämlich das Reinmachen der Haut (oder die Herstellung der Blöße), das eigentliche Gerben und das Zurichten des Leders, von Wichtigkeit, doch ist der Einfluß der Gerbung (im engern Sinne) vorherrschend. Das eigentliche Gerben kann mit einer großen Anzahl organischer und unorganischer Stoffe ausgeführt werden; im Großen haben sich jedoch nur einige dieser Substanzen als vortheilhaft erwiesen, diese sind

1) die Gerbsäure in der Loh- oder Rothgerberei (tannage, *tanning*);

2) Alaun und Kochsalz in der Alaun- oder Weißgerberei (mégisserie, *tawing of skins*);

3) Fett in der Sämisch- oder Oelgerberei (chamoiserie, *chamoisery;* der Engländer nennt das sämischgare Leder *shamoy or oiled leather*[1]).

§. 2.

Die Anatomie der Thierhaut.

Die Haut der Säugethiere besteht, wenn man von den Haaren absieht, aus mehreren Schichten. Die obere, sehr dünne, von den Haaren durchdrungene Bedeckung, die Oberhaut oder Epidermis, ist halb durchsichtig und aus mit Kernen versehenen Zellen gebildet, und umfaßt als äußerste Lage die Hornschicht, ein abgestorbenes, an dem Lebensproceß nicht mehr concurrirendes Gewebe, welches in Folge der Abnutzung, der die Körperoberfläche ausgesetzt ist, abgestoßen und durch das darunter liegende Malpighi'sche Netz, eine noch lebende, aus mit Flüssigkeit angefüllten und kernhaltigen Zellen bestehende Schicht, ersetzt wird. Letztere Haut (die Schleim- oder Netzhaut) stellt den Apparat für die Hautausdünstung und für den Tastsinn dar und bildet die sogenannte Narbe (fleur) auf der Haarseite des Felles. Endlich findet sich eine weit dickere Lage eines nicht mehr aus Zellen- sondern aus Bindegewebefasern bestehenden Gewebes, die Lederhaut (corium, derma) genannt, welches die intermediäre Haut und die eigentliche Lederhaut umfaßt. Sie ist das eigentliche Substrat der Lederbereitung. Unter dem Corium liegt das Unterhautzellgewebe oder die Fetthaut; diese Seite der Haut bildet die Aas- oder Fleischseite. Die Haare sind reine Epidermisgebilde und sitzen in dem Corium nur mittelbar, unmittelbar aber in einer in das Corium tief hineinragenden Einstülpung der Oberhaut.

Alle Bestandtheile der Haut, die Zellen der Epidermis, wie die Bindegewebefasern des Coriums und das Gewebe der Unterhaut, haben das mit einander gemein, daß sie in kochendem Wasser aufschwellen, gallertartig werden und durch fortgesetztes Kochen in Leim übergehen. Die Schnelligkeit, mit welcher die Umwandlung der Haut in Leim erfolgt, ist verschieden bei den Häuten verschiedener Thiere, indem die Leimbildung bei Häuten großer und

[1]) Was die englischen Bezeichnungen im Fache der Gerberei anlangt, so ist zu empfehlen: Catalogue of the collection of animals products, South-Kensington-Museum, London 1861, p. 65—75.

ausgewachsener Thiere schwieriger und langsamer erfolgt, als bei den Häuten kleiner und junger Thiere. Die Zellen der Schleimschichten der Oberhaut lösen sich bei der Digestion in Essigsäure nach einiger Zeit auf, mit großer Schnelligkeit lösen sie sich dagegen in Laugen (Natronlauge, Aetzammoniak). Die Bindegewebefasern gehen durch fortgesetzte Einwirkung von Essigsäure in eine durchscheinende Gallerte über, in welcher jedoch die Fasern in ihrer ursprünglichen Textur enthalten sind, denn wenn man die Essigsäure durch Auswaschen mit Wasser entfernt oder mittelst Ammoniak sättigt, so kommt die Structur der Fasern wieder zum Vorschein. Verdünnte Schwefelsäure und Salzsäure verhalten sich wie Essigsäure. Alkalische Laugen lösen die Fasern des Bindegewebes ebenfalls auf, die Formfasern des Bindegewebes leisten den Säuren und Laugen längere Zeit Widerstand. Kalk- und Barytwasser verändern die morphologische Eigenschaft des Bindegewebes nicht, wie neuere Untersuchungen von Rollett (1858) dargethan, lockern aber den festen Zusammenhang desselben und gestatten die Isolirung fasriger Formelemente aus demselben. In das Kalk- und Barytwasser geht ein Eiweißkörper in Lösung, an dessen Anwesenheit im Bindegewebe das feste Aneinanderkleben der leimgebenden Formelemente geknüpft ist. Der nämliche Eiweißkörper wird auch von verdünnten Mineralsäuren angegriffen.

Auf das eigenthümliche Verhalten der Hauptformelemente der Haut zu alkalischen und sauren Flüssigkeiten gründen sich theilweise die vorbereitenden Operationen der Gerberei. Der Proceß des Gerbens selbst beruht dagegen auf dem Verhalten des Coriums zu Agentien anderer Art und Wirkungsweise. Die Bindegewebefaser geht nämlich mit dem Tannin (oder der Gerbesäure), verschiedenen Metalloxyden wie der Thonerde, dem Eisenoxyd, dem Chromoxyd, ferner mit oxydirtem Fett, dann mit fettsauren Metalloxyden (unlöslichen Metallseifen), endlich mit Pikrinsäure, Pininsäure (aus Colophonium) und gewissen andern organischen Substanzen Verbindungen ein, ähnlich wie die Thier- und Pflanzenfaser mit den Farbstoffen. Alle diese Agentien, Gerbematerialien oder Gerbemittel genannt, haben die Bestimmung, sich auf die Bindegewebefaser niederzuschlagen, dieselbe einzuhüllen und so das Zusammenkleben der Faser beim Trocknen zu verhindern. Einige Gerbematerialien, wie das Tannin, hüllen die Faser dergestalt ein, daß ein Zusammenkleben vollkommen unmöglich wird und die Haut beim Trocknen ohne weiteres Zuthun sogleich geschmeidig auftritt; bei andern Gerbemitteln, wie bei den Thonerdeverbindungen geht zwar ein Zusammenkleben vor sich und die Haut erscheint nach dem Trocknen dicht und hornähnlich, der Zusammenhang der Fasern ist aber kein inniger und die Haut kann durch Ziehen und Dehnen (durch das sogenannte Stollen) vollständig die Eigenschaften des Leders erlangen.

Wir beschreiben im Folgenden:

I. Die Roth- oder Lohgerberei;

II. Die Alaun- oder Weißgerberei;

III. Die Oel- oder Sämischgerberei,

welcher sich

IV. Die Pergamentfabrikation

anschließt.

I. Die Roth- oder Lohgerberei.

§. 3.

Gerbematerialien.

Die Roth- oder Lohgerberei (tannage, *tanning*), die sich mit der Umwandelung der Haut in roth- oder lohgares Leder befaßt, verwendet als Materialien gerbstoffhaltige Vegetabilien und Häute.

Was die gerbstoffhaltigen Vegetabilien betrifft, deren sich der Gerber bedient, so enthalten dieselben durchgängig als wesentlichen Bestandtheil einen adstringirenden Stoff, Gerbsäure, Tannin oder Gerbstoff genannt, welcher in den verschiedenen Pflanzen verschieden ist, aber sich dadurch charakterisirt, daß er sauer reagirt, zusammenziehend schmeckt, mit Eisenoxydsalzen eine schwarze oder grüne Färbung giebt, Leimlösung fällt und Thierhaut in Leder verwandelt. Von dem Galläpfelgerbstoff ist es erwiesen, daß er sich durch Säuren und durch Gährung in Zucker und in Gallussäure spaltet, welche letztere zur Lederfabrikation nicht mehr geeignet ist. Die Gerbsäure der Eichenrinde scheint nicht gespalten werden zu können, ein für die Zwecke der Gerberei wichtiger und dieselben begünstigender Umstand; letztere Säure liefert demnach auch keine Gallussäure, und eben so wenig bei der trocknen Destillation Pyrogallussäure, das Product der Zersetzung der Gallussäure. Jede Gerbsäure wird durch alkalische Flüssigkeiten (Kalkwasser, Kalilauge, Ammoniak) bei Luftzutritt unter Bildung von braunen Humussubstanzen sofort zerstört.

Das wichtigste und durch nichts zu ersetzende Gerbematerial ist die Eichenrinde (Eichenborke), worunter man die innere, zwischen der äußern Rinde und dem Splint befindliche Rinde mehrerer Eichenarten, namentlich Quercus robur und Q. pedunculata versteht. Im westlichen und südlichen Deutschland befinden sich Eichenschälwaldungen, in welchen die Ausschläge in 9—15jährigem Alter zur Gewinnung der besseren dünnen Rinde, der sogenannten Spiegelborke, geschlagen werden. Die zerkleinerte Eichenrinde führt den Namen Lohe (tan, *groundbark tan*). Nach neueren Bestim-

mungen von E. Wolff (in Hohenheim) finden sich in der Eichenrinde folgende Mengen Gerbstoff:

		Alter der Stämme im Jahre
In der rauhen Rinde mit Borke fanden sich	10,86 Proc. Gerbstoff	41—53
„ „ Bastschicht der alten Rinde „ „	14,43 „ „	41—53
„ „ Glanzrinde „ „	13,23 „ „	41—53
„ „ rauhen Rinde u. Glanzrinde „ „	11,69 „ „	41—53
„ „ Bastschicht und Glanzrinde „ „	13,92 „ „	41—53
„ „ Glanzrinde „ „	13,95 „ „	14—15
„ „ Glanzrinde „ „	15,83 „ „	2—7

C. Fraas (in München) fand darin 8,6 bis 18 Proc. Gerbstoff. Alte und junge Rinden von derselben Art gaben nahezu gleiche Mengen von Gerbstoff, der Gerbstoff der alten Rinde war aber von geringerer Qualität und durch Korksubstanz, Farbstoffe, Incrustationsmaterie und dergl. zu sehr verdünnt. Der Gerbstoffgehalt der Eichenrinde unterliegt demnach großen Schwankungen, welche wohl durch Lage der Waldung, durch Klima, Schälzeit und Schälart hervorgerufen werden. Der Gerbstoff der Eichenrinde ist, trotz seiner außerordentlichen Wichtigkeit, noch fast gänzlich unbekannt. Die Eichenrinde ist besonders wirksam beim Gerben des Sohlenleders.

Die Fichtenrinde (gewöhnlich von Pinus sylvestris, doch, wiewol in Deutschland seltener von P. larix und P. canadensis [1]) ist eines der vorzüglichsten Gerbematerialien, welches bei Erzeugung des Sohlenleders in Süddeutschland (in Bayern besonders in Passau) häufig verwendet wird. Man schält in den Fichtenwäldern die Mittel- und kleinen Bauhölzer sofort nach dem Fällen ab. J. Feser (in München) fand in der Fichtenrinde folgende Mengen Gerbstoff:

Bestand	Alter	Boden	Gerbstoff-Procent-Gehalt.
geschlossener Bestand	18 Jahre	sandiger Lehm	5,00
„	25 „	„	12,20
„	35 „	„	13,00
„	35 „	„	15,00
„	35 „	„	9,60
„	35 „	„	7,00
„	55 „	„	8,80
„	55 „	„	5,00
freier Bestand	55 „	„	11,00
unterdrückter Bestand	55 „	„	8,00
„	120 „	Kalkboden	12,20

[1]) Die Rinde von Pinus canadensis findet unter dem Namen „hemlock bark" in der Union allgemeine Anwendung in der Gerberei.

Fraas fand in Rinde von 20—30jährigen Stämmen 7,99 Proc. Gerbstoff, von 30—40jährigen 7,45 Proc., von 40—50jährigen 10,66 Proc., von 80—100jährigen 8,67 Proc. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die Rinde von 40—50jährigen Fichtenstämmen am gerbstoffreichsten ist.

In Steiermark und Oberösterreich wendet man anstatt der Fichtenrinde die Tannenrinde (mit 4—8 Proc. Gerbstoffgehalt), in Ungarn und der Militärgränze die Erlenrinde (mit 3—5 Proc. Gerbstoffgehalt) an. Die Ulmenrinde (mit 3—4 Proc. Gerbstoff), die junge Roßkastanienrinde (mit etwa 2 Proc. Gerbstoff) und die Buchenrinde (mit 2 Proc. Gerbstoff) finden hie und da ebenfalls zum Gerben Anwendung. Die meisten Gattungen der Weide liefern von den jüngeren Zweigen eine zum Gerben des Leders, namentlich desjenigen, welches zu den sogenannten dänischen Handschuhen verarbeitet wird, sehr brauchbare Rinde (der Gerbstoffgehalt beträgt 5—7 Proc.). In Rußland wird die Rinde der Sandweide zur Bereitung des Juften angewendet.

Von den vielen einheimischen gerbstoffreichen Pflanzen, die zum Anbau sich eignen, ist besonders Polygonum bistorta beachtenswerth, welches, wie die Untersuchungen von C. Fraas zeigen, 17—21 Proc. Gerbstoff enthält. Auf 1 Hektare Land könnten von der genannten Pflanze geerntet werden

an Wurzeln 48 Centner	oder	240	Kilogramm	Gerbstoff
an Blättern 48	"	96	"	"
an Abfällen 24	"	192	"	"
	Im Ganzen	708	Kilogramm	Gerbstoff.

Es wären mithin im Jahre über 14 Centner Gerbstoff zu erhalten. Wenn nun der Centner Gerbstoff in der Eichenspiegelrinde (einen durchschnittlichen Gehalt von 15 Proc. angenommen) 33 fl. 20 kr. kostet, so wäre dies ein Rohertrag von 476 fl. 20 kr.

Die Tormentilla erecta zeichnet sich durch einen hohen Gerbstoffgehalt aus (nach Fraas 20—23 Proc.), eignet sich aber nicht zum Anbau. Die Traubenstiele, welche nach Wagner 6,2—7,3 Proc. Gerbstoff enthalten, verdienen für Gerberzwecke in weinbauenden Gegenden Beachtung.

§. 4.

Nächst der Eichen- und Fichtenrinde ist der Sumach oder Schmack eines der am häufigsten angewendeten Gerbematerialien, welches jährlich in sehr bedeutenden Mengen aus Syrien, Palästina und Südeuropa, besonders Spanien, Portugal, Sicilien und dem südlichen Frankreich, neuerdings auch aus Nordamerika und Algerien importirt wird. Er besteht aus den Blättern

und Blattstielen eines Strauches, des sogenannten Gerber-Sumachs (Rhus coriaria und Rh. typhina), welcher in den genannten Ländern theils wild wächst, theils besonders angebaut wird. Man sammelt die Wurzelschößlinge, welche im Monat Juni in die Erde gelegt werden, und im dritten Jahre bereits so weit gediehen sind, daß die Stengel und Blätter derselben abgehauen werden können. Die abgehauenen Stengel und Blätter werden dann getrocknet, und hierauf die Blätter mit den Blattstielen mittels Stöcken abgeschlagen. Die abgeschlagenen Blätter und Blattstiele werden zwischen Mühlsteinen zermalmt, gesiebt und in Säcke verpackt in den Handel gebracht. Der Sumach kommt im Handel nie anders als gepulvert vor und zwar in Gestalt eines gröblichen Pulvers von bald gelbgrüner, bald graugrüner Farbe. Er enthält 12 bis 18 Proc. Gerbsäure, in lange Zeit aufbewahrten Sumach ist der Gerbstoff in Folge einer freiwilligen Gährung zum großen Theile in Gallussäure und Traubenzucker umgesetzt (Stenhouse). Neben der Gerbsäure findet sich in dem Sumach noch ein gelber Farbstoff, welcher mit dem Quercitrin (vrgl. Bd. IV. p. 488) identisch zu sein scheint. Man unterscheidet im Handel folgende Sorten Sumach, welche zugleich in der Reihenfolge der Abstufungen der Qualität entsprechen:

1) Sicilianischer Sumach kommt in zwei Sorten vor. Die beste Sorte ist der Alcamo oder Carini, ein mehr oder weniger feines, von allen Holztheilen durch Absieben befreites gelbgrünes Pulver von angenehmem, an Veilchen erinnernden Geruche und stark zusammenziehendem Geschmack. — Die zweite Sorte ist mehr röthlichgelb, von schwächerem Geruch und minder adstringirendem Geschmack. — Beide Sorten kommen in Leinwandballen von 50—60 Kilogr. Gewicht im Handel vor;

2) Spanischer Sumach findet sich in drei Sorten; die beste Sorte ist der Sumach von Malaga oder Priego, ein feines Pulver mit vielen Holztheilchen und oft mit Samen der Pflanze untermengt, ist weit heller von Farbe als der sicilianische Sumach und besitzt einen starken, an Thee erinnernden Geruch. Die andern beiden Sorten, Molina und Valladolid, erscheinen als weit blasser von Farbe, enthalten mehr Holztheile und sind überhaupt weit unreiner. Die Säcke, in denen der spanische Sumach versendet wird, haben ein Gewicht von 50—60 Kilogr.

3) Der portugiesische Sumach (von Porto ausgeführt) ist dem von Malaga ähnlich, erscheint aber als minderfeines, gelblichgrünes Pulver, enthält weit mehr und weniger zerquetschte Holztheile und außerdem auch nicht selten Sand. Er kommt in Ballen von 50—60 Kilogr. Gewicht in den Handel.

4) Der italienische Sumach ist ein körniges, dunkelgrünes Pulver,

das weder Holztheilchen noch wahrnehmbare Stielreste enthält und dessen Geruch an lohgares Leder erinnert. Er hat nicht größeren Werth als der französische;

5) Der französische Sumach kommt in vier Sorten vor. Die beste Sorte ist der Fauvis, der in seinen Eigenschaften dem sicilianischen am nächsten steht und oft unter diesem Namen verschickt wird; er ist von matterer Farbe, von stärkern aromatischem Geruch, läßt sich aber nicht lange aufbewahren. Er kommt aus der Umgegend von Brignolles bei Marseille. Die beiden Sorten Donzère (von den Ufern der Rhone) und Pudis (aus dem südlichen Frankreich), finden nur in der Färberei, nicht zum Gerben Anwendung. Die vierte Sorte, Redoul oder Redon genannt, ist von graugrüner Farbe und rührt von keiner Sumachart, sondern von Coriaria myrtifolia her, die unter dem Namen Gerberkraut im Süden Frankreichs gebaut wird. Letztere Sorte ist von krautähnlichem Geruch und wird wenig geschätzt.

Nicht zu verwechseln mit dem Sumach ist der unächte Sumach, auch venetianischer und italienischer Sumach genannt, welcher aus den gemahlenen und gestampften Blättern, jungen Zweigen und der Rinde des Perückenbaumes (Färbersumach, Rujastrauches, Skumpina, Rhus cotinus, von welchem auch das Bd. IV p. 488 abgehandelte Visecholz stammt) besteht. Der Rujastrauch ist im Banat, in der Militärgrenze, in Siebenbürgen und Illyrien und selbst in der Gegend von Wien heimisch. Die größte Menge des venetianischen Sumachs wird in Ungarn und in der Türkei zum Gerben gebraucht. In Tyrol gerbt man damit Ziegen-, Schaf- und leichte Kalbsfelle, und nennt dort das Pulver Rausch.

In Schweden und Norwegen bereitet man Sumach aus den Blättern des Bärentraube (Arbutus oder Arctostaphylos uva ursi). In Algerien verwenden die arabischen Gerber zum Färben des Maroquins den Sumach oder Tezera (Rhus pentaphyllum).

Ein anderes Gerbematerial sind die Dividivi oder Libidibi, flache, etwa 6 Centimeter lange, Sförmig gebogene, etwas rauhe, braunrothe Schoten, die glatte, eiförmige, glänzende, olivengrüne Samen enthalten und von einem in Caraccas und Maracaibo und auf mehreren Inseln der Antillen wachsenden Baume, des Caesalpinia oder Poinciana coriaria herrühren. Sie wurden zuerst im Jahre 1768 von den Spaniern nach Europa gebracht und statt der Knoppern für Gerberzwecke empfohlen. Der in der äußern Rinde der Schote enthaltene Gerbstoff — Müller (in Berlin) fand in den Schoten über 49 Proc., H. Fleck 32,4 Proc., R. Wagner 18—25 Proc. — macht zwar die Dividivi zu einem brauchbaren, doch theuern Gerbematerial

geeignet, doch werden sie zuweilen in der Färberei (namentlich zum Schwarzfärben der Seide, vrgl. Bd. IV p. 529) benutzt. Dasselbe gilt von dem Bablah oder dem indischen Gallus[1]), den Schoten der in Ostindien wachsenden Acacia Bambolah; es giebt davon mehrere Sorten, die von Acacia arabica, Ac. cineraria und Ac. Sophora gesammelt und in den Handel gebracht werden sollen. H. Fleck fand darin 20,5 Proc. Gerbstoff.

Die Algarobilla, die von Chile eingeführten Samenkapseln von Prosopis pallida (oft mit Rinde gemengt) sind in England versuchsweise zum Gerben angewendet worden. Die aus Ostindien (Bombay) kommenden Myrobalanen (die Früchte von Terminalia citrina, T. Bellirica, T. Chebula) enthalten zu wenig Gerbstoff, um in der Gerberei ausgedehntere Anwendung finden zu können.

§. 5.

Zu den wichtigsten gerbstoffhaltigen Vegetabilien gehören gewisse Producte des Eichbaumes, nämlich die Galläpfel, die Knoppern und die Valonia.

Mit dem Namen Galläpfel (noix de galle, *galls*) bezeichnet man die bekannten kugligen Auswüchse, welche an den jungen Zweigen und Blattstielen verschiedener Eichenarten, namentlich der Quercus infectoria durch den Stich des Weibches der Gallwespe (Cynips gallae tinctoriae) sich bilden, das Insect legt seine Eier in die durch den Stich entstandene Oeffnung, um welche dann bald durch den Ausfluß der Säfte und durch die Erweiterung der Drüsen des Zellgewebes pathologische Anschwellungen entstehen, in welchen die Eier ausgebrütet werden. Man sammelt die Galläpfel zu verschiedenen Zeiten, ehe das Insect darin ausgebildet ist, zu welcher Zeit die Galläpfel am reichsten an Gerbsäure sind, ferner, wenn das ausgebildete Insect anfängt, seine Hülle zu durchbrechen, und endlich zu der Zeit, wo sämmtliche Galläpfel entleert und trocken geworden sind. Darnach unterscheidet man drei Hauptsorten: die schwarzen, die grünen und die weißen Galläpfel. Die schwarzen und grünen Galläpfel heißen die Anschwellungen, die zu der Zeit eingesammelt wurden, als die Gallwespe noch nicht völlig ausgebildet war und vor dem Ausschlüpfen in dem Gallapfel starb; sie zeigen daher außen keine Oeffnung, aber im Innern einen scharf abgegrenzten kugligen Kern, der aus einer hellbraunen zerreiblichen Substanz besteht und in seiner kleinen Centralhöhle die vertrocknete Larve enthält. Die Galläpfel sind gewöhnlich kuglig

---

[1]) Näheres über den Bablah siehe Erdmann, Journal für techn. und ökonom Chemie Bd. I p. 83; v. Minutoli, ibid. Bd. II p. 475.

und oben, seltener an den Seiten, mit unregelmäßigen Höckern besetzt; übrigens sind sie glatt und schwärzlichgrün und wie grau bestäubt; die Höcker sind gewöhnlich hellbraun. Die weißen oder gelben Galläpfel sind eingesammelt worden, nachdem die Gallwespe darin ausgebildet und nach Durchbohrung ihrer Hülle entflohen ist; sie sind durchschnittlich größer und schwammiger als die vorigen und unterscheiden sich von den vorigen durch ihre röthliche oder bräunlichgelbe Farbe; im Innern findet sich nicht nur eine Höhlung, sondern auch eine kleines rundes Loch, welches von der Peripherie des Gallapfels in diese Höhlung führt.

Obschon in allen Ländern Europa's Galläpfel sich bilden, so sammelt man doch nur die aus den südlichen Gegenden, indem die bei uns vorkommenden oft nur 3—5 Proc. Gerbstoff enthalten.

Im Handel kommen zahlreiche Sorten von Galläpfeln vor, welche sich hinsichtlich ihrer Abstammung, ihrer Form und äußeren Kennzeichen und ihres Gerbstoffreichthums wesentlich von einander unterscheiden. Die beiden Hauptsorten bilden die Galläpfel aus Asien und aus Südeuropa. Die asiatischen sind die werthvollsten Sorten, zu ihnen gehören folgende:

a) Mosulische Galläpfel (vom Tigris), b) Aleppische (aus der Umgegend von Aleppo), c) Smyrnaer (aus Natolien), d) Tripolitanische (aus Syrien), e) die Bassora-Galläpfel; die aleppischen sind die gesuchtesten und unter ihnen wieder die Sorte Sorian (oft, obwohl mit Unrecht Surinam genannt), aus kleinen, kirschkerngroßen Galläpfeln bestehend, die beste.

Von den südeuropäischen Sorten sind die gangbarsten:

a) Morea-Galläpfel (aus Griechenland) von Quercus cerris abstammend, b) die italienischen, welche man wieder als apulische (mit den Unterarten Marmoregne, Agostine und Vèrine unterscheidet), Abbruzzo und Istrianer unterscheidet, c) die ungarischen. Sie stammen theils von Quercus cerris, theils von Qu. austriaca und Qu. ilex ab. Die deutschen Galläpfel auf den Blättern von Quercus robur und Qu. pedunculata haben eine schöne rothe Farbe, die beim Trocknen bräunlich wird; sie sind im frischen Zustand schwammig und schrumpfen daher beim Trocknen sehr zusammen.

Die Galläpfel enthalten Gerbsäure und größere oder geringere Mengen Gallussäure. Von der ersteren, die allein den Werth den Galläpfel bedingt, fand Tob

in schwarzen Smyrna-Galläpfeln		33,74	Proc.
in grünen	„ „	53,74	„ „
in weißen	„ „	60,50	„ „
in schwarzen Aleppo	„	37,66	„ „
in hellgrünen	„ „	48,55	„ „
in weißen	„ „	58,75	„ „

v. Fehling fand in Aleppo-Galläpfeln 60—66 Proc., H. Fleck 58,71 Proc. Gerbstoff, außerdem 5,9 Proc. Gallussäure.

§. 6.

Von den Knoppern, die den Galläpfeln zunächst stehen, unterscheidet man unnatürliche oder eigentliche Knoppern und natürliche oder orientalische Knoppern.

Die unnatürlichen (oder pathologischen) Knoppern (gallons de Piémont ou de Hongrie, *acom galls*) sind ebenso wie die Galläpfel braune Auswüchse des Eichbaumes, welche durch den Stich einer Gallwespe, Cynips Quercus calycis, entstehen, nur mit dem wesentlichen Unterschiede, daß sie sich nicht auf den Zweigen und Blattstielen, sondern aus dem Saft der jungen Eicheln (aber nicht der Fruchtbecher, wie man früher annahm) bilden. Sie umgeben die Eichel meist nur an einer Seite, seltener ganz. Die Knoppern kommen in dem Handel in unregelmäßigen, unebenen, eckigen, braungelben Stücken bis zu Wallnußgröße vor; an der einen Seite ist die verkümmerte Eichel sichtbar, durch deren Verwundung sie entstanden, oder, falls die Eichel fehlt, die durch sie bewirkte schalenförmige Vertiefung. Sie sind keiner Eichenart besonders eigen, sondern man findet sie in warmen Klimaten an jeder Art. Man sammelt sie besonders in Ungarn, Mähren, Slavonien, Steiermark, Krain und bringt sie in den Handel. Für den ungarischen Knoppernhandel sind die Hauptplätze Fünfkirchen, Pesth und Oedenburg. Auch in Piemont werden Knoppern gesammelt. Ihr Gerbstoffgehalt beträgt nach v. Fehling 30—33 Proc., nach G. Müller 50,5 Proc. Wagner fand in den von den Eicheln sorgfältig befreiten ungarischen Knoppern 38—45 Proc. Gerbstoff. Die Knoppern finden vielfach zur Bereitung von lohgarem Sohl- und Fahlleder Anwendung, welchem sie eine schöne braune Farbe mittheilen. Seit einer Reihe von Jahren kommt auch Knoppernextract im Handel vor.

Die natürlichen (oder physiologischen) Knoppern (gallons du Lévant, avelanède, vallonée, *valonia*), auch Valonia, Acker- oder Eckerdoppen[1]) genannt, sind keine Auswüchse als Folge von Insectenstichen, sondern sind die natürlichen Fruchtbecher der auf griechischen Inseln, in Kleinasien und Syrien vorkommenden Quercus aegilops und Valonia camata. Die großen Fruchtbecher sind durch abstehende, stumpfe oder eckige, sehr große, dicke Schuppen (Bracteen) charakterisirt; sie kommen

[1]) Unter Eckerdoppen versteht man auch zuweilen im Handel die (weit kleineren) Kelche der Knoppereiche.

theils mit, theils und meist ohne Eichel vor. Im letzteren Falle sind sie geschätzter. Ihr Gerbstoffgehalt beträgt 40—45 Proc.; in Valoniamehl, welches durch Mahlen eichelhaltiger Waare erhalten worden war, fand R. Wagner in dem einen Falle 19, in dem anderen 27 Proc. Gerbstoff. England und Frankreich consumiren große Mengen Valonia; Frankreich erhält jährlich über Triest gegen 700,000 Kilogramm.

An die vorstehenden Producte des Eichbaumes schließen sich an die sogenannten chinesischen Galläpfel, die seit dem Jahre 1847 etwa im deutschen Handel sich finden und aus China, Japan und Nepal kommen. Es sind blasige Anschwellungen, welche durch den Stich von Aphis chinensis an einer Sumachart, der Rhus javanica oder Rh. semialata sich bilden und meist länglich walzenförmig, aber auch plattgedrückt, birnförmig, kuglig vorkommen und auf ihrer mit gelblich-grauem Filz bedeckten Oberfläche mancherlei hohle Höcker und Zacken zeigen. Ihre Länge variirt von 3—10 Centimeter und ihre Dicke von 1,5—4 Centimeter; ihre Wände sind dünn, hornartig, durchscheinend und spröde. Sie zeichnen sich durch hohen Gehalt von Gerbstoff aus; es fanden nämlich darin

W. Stein	69	Proc.
A. Buchner	76,9	„
G. Müller	65	„
v. Fehling	70	„
H. Fleck	58,7	„

Seit etwa dreißig Jahren werden in der Gerberei ausländische gerbstoffhaltige Extracte vielfach angewendet, welche in der Medicin unter dem Namen Catechu und Kino längst schon Verwendung finden.

Das Catechu oder Cachou wird durch Auskochen des Kernholzes vom Acacia catechu Willden. (Mimosa catechu L.) in Ostindien und vorzüglich in Bengalen und auf Coromandel, Coliren der Abkochung und Eindampfen bis zur Trockniß bereitet; diese Sorte Catechu (Bombay-Catechu) kommt in ungleich großen und unregelmäßigen, meist quadratischen, unten glatten und oben schwach gewölbten Stücken im Handel vor, die mit Blättern einer Palmenart durchzogen sind. Auf dem Bruche erscheint es fettglänzend von leberbrauner bis schwarzbrauner Farbe. Außen sind die Stücke matt und leicht zerreiblich. Eine andere Catechuart (bengalisches Catechu), die aus den Nüssen von Areca catechu dargestellt werden soll, kommt in großen, unregelmäßigen, kuchenförmigen Brocken, die äußerlich gleichmäßig braun sind und inwendig hellere und dunklere Schichten zeigen, dabei ziemlich schwer und fest sind, im Handel vor. Dem Catechu ähnlich ist das Gambir, ein auf Sumatra, Singapore, Malacca und besonders

der Insel Rhio aus den Blättern und dünnen Zweigen der Uncaria Gambir bereitetes Extract, das zu uns in kleinen, würfelförmigen, trocknen, leichten, zerreiblichen Stücken von erdigem Bruche und zimmetbrauner Farbe kommt. Die Catechusorten lösen sich wenig in kaltem Wasser, fast vollständig in heißem Wasser und in Alkohol; sie enthalten 40—50 Proc. einer eigenthümlichen Gerbsäure (Catechugerbsäure) und außerdem eine eigenthümliche Säure, die Catechusäure, die jedoch beim Gerbeproceß, wie es scheint, außer Spiel bleibt.

Das Kino ist eine dem Catechu sehr ähnliche Drogue; es soll der eingetrocknete Saft verschiedener Pflanzen sein, nämlich

das afrikanische Kino	von	Pterocarpus erinaceus,
„ ostindische „	„	„ Marsupium,
„ „ „	nach Anderen von	Butea frondosa,
„ westindische „	von	Coccoloba uvifera,
„ neuholländ. „	„	Eucalyptus resinifera.

Das Kino bildet gewöhnlich kleine, eckige, scharfkantige, spröde, zu einem braunrothen Pulver zerreibliche, glänzend schwarze Stücke, die stark zusammenziehend, hintenach süßlich schmecken und sich in siedendem Wasser und in Alkohol fast vollständig zu einer blutrothen Flüssigkeit auflösen. Es enthält 30 bis 40 Proc. einer der Catechugerbsäure ähnlichen Gerbsäure.

Catechu und Kino kommen besonders bei vielen sogenannten Schnellgerbeverfahren in Anwendung.

§. 7.

Untersuchung der Gerbematerialien.

Da der Werth der Gerbematerialien allein von der Menge der in ihnen enthaltenen Gerbsäure abhängig ist, so ist es von Wichtigkeit, eine Prüfungsmethode zu haben, welche den Gehalt an Gerbstoff annähernd angiebt.

Die in Wasser leicht lösliche Gerbsäure wird aus ihrer Lösung durch verschiedene Mittel ziemlich vollständig niedergeschlagen, so durch Leim und Thierhaut, durch essigsaures Kupferoxyd, durch essigsaures Eisenoxyd, durch Alkaloide (Cinchonin, Chinin, Anilin) u. s. w.; sie wird ferner durch eine Lösung von übermangansaurem Kali vollständig zerstört.

Darauf gründen sich nachstehende Methoden der Gerbsäurebestimmung:

I. Die Gerbsäure wird mit Leim oder Thierhaut ausgefällt.

a) die Thierhaut wird vor dem Versuche und nach dem Versuche gewogen; die Gewichtzunahme giebt die Menge der Gerbsäure (Davy);

b) die Gerbsäure wird mit titrirter Leimlösung ausgefällt (v. Fehling);

c) die Gerbsäure wird mit einer mit Alaun versetzten, titrirten Leimlösung ausgefällt (G. Müller, die Methode verbessert von C. Fraas und durch Feser);

d) es wird das specifische Gewicht der Gerbstofflösung mittelst eines Araeometers bestimmt, die Gerbsäure mit Hülfe von Thierhaut entfernt, und von Neuem das specifische Gewicht der Flüssigkeit ermittelt. Die Abnahme des spec. Gewicht's ist dem Gerbstoffgehalt der ursprünglichen Flüssigkeit proportional (C. Hammer);

II. Die Gerbsäure wird durch essigsaures Kupferoxyd ausgefällt und zwar das Verhältniß zwischen Gerbsäure und Kupferoxyd im Niederschlage;

a) volumetrisch (H. Fleck) oder

b) durch Wägung des Kupferoxydes (E. Wolff)

bestimmt;

III. Die Gerbsäuremenge wird durch essigsaures Eisenoxyd und auf volumetrischem Wege ermittelt (R. Handtke);

IV. Man sucht die Gerbsäure durch eine titrirte Lösung von übermangansaurem Kali zu zerstören (Monier);

V. Die Gerbsäure wird aus ihrer Lösung durch überschüssiges Cinchonin (vielleicht auch durch ein Anilinsalz) gefällt und der Ueberschuß des Cinchonins im Filtrat auf jodometrischem Wege bestimmt (R. Wagner);

I. Von den Methoden, die sich auf die Ausfällbarkeit der Gerbsäure durch mit Alaun versetzten Leim gründen, sei nur das von G. Müller angegebene, vortreffliche Verfahren angeführt. Eine genaue Bestimmung der Gerbsäure durch Leimlösung ist nicht zu erreichen, indem der entstehende gelbbräunliche Niederschlag von Leim-Tannat sich nie so scharf aus der Flüssigkeit trennt, daß die über demselben stehende Flüssigkeit völlig klar erscheint. In einem geringen Zusatz von Alaun fand Müller das geeignete Mittel, den Gerbstoff ohne alle Schwierigkeit aus allen gerbstoffhaltigen Flüssigkeiten fällen und mit ziemlicher Genauigkeit bestimmen zu können, indem die Abscheidung des Niederschlages sehr rasch und vollständig eintritt, die Flüssigkeit schon nach wenigen Minuten wasserklar über dem Niederschlage erscheint und daher auf einen möglichen Rückhalt an Gerbstoff sofort leicht geprüft werden kann. Hierzu bedient man sich zweckmäßig zweier Uhrgläser, die man auf eine schwarze Unterlage stellt, bringt in jedes einige Tropfen von der über dem Leimtannat stehenden Flüssigkeit und trägt dann in das eine Glas zwei Tropfen alaunhaltige Leimlösung und in das andere einen Tropfen Gerbstoff-

lösung; auf diese Weise läßt sich auf der einen Seite die kleinste Menge von Gerbstoff, auf der andern aber auch wieder die geringste Menge von Leim, wenn die Fällung überschritten sein sollte, durch Trübung erkennen. Um letzteres zu verhüten, setze man der gerbstoffhaltigen Flüssigkeit die alaunhaltige Lösung nur tropfenweise und unter fortwährendem Umrühren der erstern zu. — Die Leimlösung bereitet man auf folgende Weise: Man löst 60 Gran (1 Gran = 61 Milligramm) in Wasser vollständig löslichen Tischlerleim in 8 Loth (= 117,1 Grm.) Wasser und setzt zu der Lösung 15 Gran Alaun. Zur Ausführung eines Versuches werden 30 – 60 Gramm des zu untersuchenden Gerbematerials 3—4 mal mit destillirtem Wasser ausgekocht. Die Abkochungen gießt man, ohne durchzuseihen, jedesmal sorgfältig ab und sammelt die Flüssigkeit, zu der man zuletzt auch noch den Rückstand bringt, in einem Becherglase auf, und schreitet zur Bestimmung des Gerbstoffes erst nach vollständigem Erkalten. Müller fand, daß für 5 Gewichtstheile Gerbsäure 155 Gewichtstheile der alaunhaltigen Leimlösung erforderlich seien[1]). Ich habe mich durch vielfache Versuche überzeugt, daß die Müller'sche Methode der Gerbsäurebestimmung brauchbare Resultate liefert, obgleich Lipowitz[2]) ihr vor einiger Zeit allen Werth abgesprochen.

Letzterer Techniker behauptet gefunden zu haben, daß ein Theil des Gerbstoffes in den Gerbematerialien an einen anderen Stoff gebunden und deshalb in Wasser schwer löslich sei, dessen Freimachen er durch Zusatz von zweifachweinsaurem Natron bewirkt. Zur Bildung des Leimtannates wendet der Verf. nicht den gewöhnlichen Leim, sondern Hausenblase an, von welcher der Verf. gefunden, daß 1 Grm. über Schwefelsäure getrockneter Substanz 0,75 Grm. reines trocknes Tannin aus der Lösung fälle. Zur Darstellung der 200 Cubikcentim. Leimlösung, welche im Stande sind 1 Grm. Tannin zu fällen, nimmt der Verf. 1,33 bis 1,34 Grm. Hausenblase. Der Verf. extrahirt 2 Grm. der zu untersuchenden gepulverten Substanz und setzt vor dem Auskochen 1 Cubikcentim. der Natronlösung zu. Der Verf. fand nach seiner Methode in Eichenspiegelrinde 9 bis 21,2 Proc., in Fichtenlohe 8 Proc., in alter geputzter Eichenrinde 7 Proc. Gerbstoff. — Der Verf. hat in der Eichenrinde neben der gewöhnlichen Gerbsäure noch eine neue Art Gerbsäure nachgewiesen, welcher er den Namen „krystallinischer Gerbstoff" giebt.

---

[1]) Vergl. Wagner, Jahresbericht der chem. Technologie 1858 p. 510; 1859 p. 573. Zweckmäßige Modification der G. Müller'schen Methode der Gerbsäurebestimmung giebt C. Fraas in „Ergebnisse landwirthschaftl. und agriculturchem. Versuche", München 1861. 3. Heft p. 41—44.

[2]) Vergl. A. Lipowitz, Neue chem.-techn. Abhandlungen, Berlin 1861 p. 1—9, und Wagner, Jahresbericht 1861 p. 628.

Die mitgetheilten Eigenschaften sind aber keineswegs hinreichend, um in der That eine eigenthümliche Gerbsäure annehmen zu müssen.

Die von Hammer[1]) im Jahre 1860 vorgeschlagene Methode der Bestimmung der Gerbsäure gründet sich auf die Anwendung des Aräometers. Man bestimmt zuerst das specifische Gewicht des Auszugs des zu untersuchenden Gerbematerials, entfernt hierauf den Gerbstoff und bestimmt schließlich das specifische Gewicht wieder. Die erfolgte Abnahme des specifischen Gewichtes ist proportional dem Gehalte an Gerbsäure. Man braucht nur eine Tabelle, welche die Beziehungen zwischen dem Gehalte und dem specifischen Gewichte der Gerbstofflösungen von verschiedener Concentration erkennen läßt, um aus der gefundenen Differenz den Gerbstoffgehalt der Lösung sogleich zu ermitteln. Bei der Bestimmung der specifischen Gewichte reiner Gerbstofflösungen von 15° fanden sich folgende Werthe:

Procente an reiner Gerbsäure	Spec. Gewicht bei 1°
1	1,0040
2	1,0080
3	1,0120
4	1,0160
5	1,0201
6	1,0242
7	1,0283
8	1,0325
9	1,0367
10	1,0409

Mit Hülfe derselben kann man jede reine Gerbsäurelösung allein durch Ermittelung ihres specifischen Gewichts sofort auf ihren Gehalt prüfen. Um diese Prüfungen bequemer und rascher ausführbar zu machen, ließ der Urheber der neuen Methode ein Aräometer verfertigen, welches die specifischen Gewichte von 0 bis 1,0409 umfaßt. Die Scala desselben giebt statt der specifischen Gewichte die denselben entsprechenden Gerbstoffprocente unmittelbar an. Die zwischen den Procentmaßen befindlichen Zwischenräume sind in je 10 Theile getheilt, so daß man die Zehntelprocente direct ablesen kann. Für den praktischen Gebrauch genügt übrigens schon ein bis 5 Proc. Gerbstoff angebendes, aber auch in Zehntel eingetheiltes Aräometer. Bei der Anwendung hat man darauf zu achten, daß die Temperatur von 15° eingehalten wird.

Zur Entfernung der Gerbsäure aus ihrer wässerigen Lösung bedient man sich der thierischen Haut. Ein bis zum Gerben vorbereitetes Stück (Blöße) wird so lange mit Wasser ausgewaschen, bis es davon nichts mehr abgiebt,

---

[1]) Wagner, Jahresbericht 1860 p. 529.

alsdann, auf einem Brete ausgespannt, in gelinder Wärme getrocknet; die trockne Haut verwandelt man mit einer rauhen Feile in ein grobes Pulver, welches sich in verschlossenen Gefäßen unverändert aufbewahren läßt. Nach Versuchen gebraucht man zur vollständigen Entfernung des Gerbstoffs aus einer wässerigen Lösung für je 1 Gewichtstheil desselben 4 Gewichtstheile Haut. Kennt man den Gerbstoffgehalt einer Lösung noch nicht, so betrachtet man das specifische Gewicht derselben als von reinem Gerbstoff bedingt, berechnet demgemäß die Hautmenge nach dem obigen Verhältniß, und kann alsdann sicher sein, daß dieselbe zur Gerbstofffällung jedenfalls ausreicht. Nach dem annähernden Abwägen wird das Hautpulver in Wasser eingeweicht und hierauf in einem leinenen Tuche zwischen den Händen gut ausgepreßt, damit das anhängende Wasser die Lösung später nicht verdünne. Schüttelt man das so vorbereitete Hautpulver mit einer hinlänglich verdünnten Gerbstofflösung kurze Zeit, so ist aller Gerbstoff gefällt; eine längere Digestion ist somit, wenn auch nicht nachtheilig, doch durchaus nicht nöthig.

Bei der praktischen Ausführung der Methode hat man zunächst ins Auge zu fassen, daß man den zu bestimmenden Gerbstoff in einer klaren und nicht zu verdünnten Lösung bekommt. Rinden oder dergleichen kocht man daher im zerkleinerten Zustande zunächst mit Wasser aus und erschöpft sie hierauf vollständig in einem Verdrängungsapparat, eingetrocknete Pflanzensäfte reibt man mit Wasser in einer Reibschale ab, filtrirt durch Leinwand und wäscht den Rückstand gut aus. Die auf die eine oder andere Weise dargestellte Lösung muß gewogen werden, da die Kenntniß ihrer Quantität zur späteren Berechnung des Procentgehalts der zu untersuchenden Substanz erforderlich ist. Der einfacheren Rechnung halber bringt man zweckmäßig das Gewicht der Flüssigkeit durch Zusatz von Wasser auf eine runde Zahl von Grammen und mischt alsdann die Lösung gleichförmig. Man füllt mit dieser Flüssigkeit den zum Aräometer gehörenden Cylinder an. War derselbe nicht vollständig trocken, so spült man ihn zuvor mit derselben Lösung aus. Nachdem man die Spindel eingesenkt und etwaige Luftbläschen entfernt hat, bringt man das Auge in eine Ebene mit dem unteren Rande des Meniscus der Flüssigkeit und liest ab. Dann wiegt man in einem trocknen oder mit der gerbsäurehaltigen Flüssigkeit ausgespülten Kolben etwas mehr von derselben ab als man braucht, um den Cylinder des Aräometers zu füllen, setzt die mehrfache Menge des aus dem gefundenen specifischen Gewicht für die abgewogene Flüssigkeitsmenge berechneten Gerbstoffs an Haut zu und schüttelt tüchtig um. Die Haut und die damit auszufällenden Flüssigkeiten brauchen nur annähernd abgewogen zu sein. Die vom Gerbstoff befreite Lösung wird durch Leinwand in den Cylinder des Aräometers gespült. Ist das ange-

wendete Aräometer ein Gerbstoff-Aräometer, so giebt die Differenz der beiden Ablesungen unmittelbar den Gerbstoffgehalt der Lösung, gab dagegen das Aräometer das spec. Gew. an, so zählt man zu der Differenz der spec. Gewichte die Zahl 1 und sucht für die so erhaltene Zahl den entsprechenden Gerbsäuregehalt in der Tabelle.

§. 8.

II. Die von H. Fleck[1]) vorgeschlagene Methode der Bestimmung der Gerbsäure und der zugleich vorhandenen Gallussäure gründet sich darauf, daß Gerbsäure und Gallussäure aus ihren Lösungen vollständig durch neutrales essigsaures Kupferoxyd abgeschieden werden, gerbsaures Kupferoxyd sich in Ammonsesquicarbonat nicht löst, während das gallussaure Kupferoxyd leicht vom letzteren gelöst wird. Fleck's Methode, Fällen mit essigsaurem Kupferoxyd und Bestimmung des überschüssigen Kupferoxydes durch Titriren mit Cyankalium, läßt sich in einer Abkochung von Eichenrinde nicht anwenden, da die färbenden Stoffe die Endreaction in hohem Grade unsicher machen. Diesen Uebelstand hat H. Sackur hervorgehoben und daher vorgeschlagen, den Gerbstoffgehalt der Eichenrinde aus dem im Niederschlage von gerbsaurem Kupferoxyd durch langes Glühen an der Luft und Wägung gefundenen Kupferoxyd zu berechnen. Die Zuverlässigkeit dieser Methode hat E. Wolff bestätigt gefunden. Seine Methode ist folgende. Zunächst wird die zu untersuchende Rinde in dünne und feine Späne geschnitten, bei 105° getrocknet und gewogen. 1 Grm. hiervon übergießt man in einem Kochfläschchen mit 100 Cubikcentim. destillirtem Wasser und digerirt 1/4 Stunde lang in der Kochhitze, worauf die Flüssigkeit durch ein Filter gegossen und mit dem Rückstande die ganze Operation noch zweimal in derselben Weise wiederholt wird. Den abfiltrirten wässerigen Auszug erhitzt man nach Zusatz von 15 Cubikcentim. einer Lösung von neutralem essigsaurem Kupferoxyd (enthaltend 0,211 Grm. Kupferoxyd) bis zum Kochen der Flüssigkeit; der gebildete Niederschlag wird rasch abfiltrirt, mit 200 Cubikcentim. kochend heißen Wassers ausgewaschen, sodann auf dem Filter oder an der Luft oder im Trockenschrank getrocknet und im Tiegel verbrannt, der Rückstand gewogen, mit Salpetersäure angefeuchtet und nochmals geglüht und gewogen, worauf sich aus dem gefundenen Kupferoxyd durch Multiplication desselben mit der Zahl 1,304 die Menge des Gerbstoffs in der untersuchten Eichenrinde ergiebt. Wolff hatte zuvor durch eine Reihe von Bestimmungen (28 Analysen) festgestellt, daß sich in dem Niederschlage die Menge des Kupferoxyds

---

[1]) Wagner, Jahresbericht der chem. Technologie 1860 p. 531.

zu derjenigen des Gerbstoffs wie 1 : 1,304 verhält. Ebensowenig gelang Wolff die von Fleck angegebene Trennung des gerbsauren Kupferoxyds vom gallussauren durch Kochen mit einer Lösung kohlensaurem Ammon. Wolff's Versuche ergaben, daß dem gebildeten gerbsauren Kupferoxyd durch Behandeln mit kohlensaurem Ammon ebenfalls ein Theil des Kupferoxyds entzogen wird, und daß alsdann die Verbindung selbst in der Flüssigkeit nach und nach sich auflöst, oder auch eine völlige Zersetzung erleidet.

III. Die von R. Handtke[1]) (in Tharand) im Jahre 1861 veröffentlichte Methode der Gerbsäurebestimmung gründet sich darauf, daß eine reine Gerbsäurelösung durch eine mit essigsaurem Natron versetzte Lösung von essigsaurem Eisenoxyd vollständig gefällt wird.

1. Darstellung der Eisenlösung. Man bereitet die Eisenoxydlösung durch Vermischen von 16 Grm. der in den Apotheken vorräthig gehaltenen Lösung von essigsaurem Eisenoxyd von 1,140—1,145 spec. Gew. mit 8 Grm. Essigsäure und Verdünnen der Flüssigkeit bis zu 1 Liter; in dieser Mischung löst man 16 Grm. krystallisirtes essigsaures Natron auf.

2. Titerstellung. 5 Cubikcent. Gerbsäurelösung werden in ein Glasgefäß gebracht (am zweckmäßigsten eignet sich eine ziemlich halbkugelige Glasschale dazu, weil sich darin die Bildung des Niederschlags mit Genauigkeit beobachten läßt), welches sich auf einer weißen Unterlage befindet. Dann läßt man tropfenweise aus einer in $^1/_{10}$ Cubikcent. getheilten Bürette unter fortwährendem Bewegen der Flüssigkeit die Eisenlösung zufließen, bis sich eben der Niederschlag zu bilden anfängt; bewegt die Flüssigkeit etwas stärker, wodurch die Abscheidung befördert wird, und die über dem Niederschlage stehende Flüssigkeit wird vollkommen hell erscheinen. Zur Controle ist es nöthig, diese Titerstellung mehrmals zu wiederholen. Hat man also z. B. im Mittel auf 5 Cubikcent. Gerbsäurelösung = 0,025 Grm. Gerbstoff 5,5 Cubinkcent. Eisenlösung verbraucht, so entspricht mithin jeder Cubikcent. der letzteren $\frac{0,025}{5,5} = 0,004546$ Grm. Gerbstoff.

3. Ausführung bei Gerbmaterialien. Man wägt von der bei 100° getrockneten und gepulverten Substanz je nach dem Gehalt an Gerbstoff 1—3 Grm. ab, kocht sie mehrmals mit Wasser aus, bringt die filtrirte Lösung auf 120—150 Cubikcent. und verwendet davon 5—10 Cubikcent. zur Prüfung. Auch hier wiederholt man den Versuch mehrmals und nimmt zur Berechnung das Mittel.

---

[1]) Wagner, Jahresbericht der chem. Technologie 1861 p. 626.

Enthält die Substanz zugleich Gallussäure, so wird die Flüssigkeit nicht ganz klar, immerhin aber läßt sich die Fällung der Gerbsäure deutlich beobachten.

Die Gerbsäure der meisten Blätter und Blumenblätter, der Rhabarber, der Farnkräuter, des Kaffee's ließen sich nach dieser Methode nicht bestimmen; es entstanden Färbungen, aber keine Fällungen.

IV. Das Verfahren der Gerbsäurebestimmung von Monier (1858), dessen Werth ein problematischer ist, sei nur beiläufig erwähnt. Es gründet sich auf die Zersetzbarkeit des übermangansauren Kalis durch Gerbsäure. Man stellte zunächst eine Lösung von Tannin in Wasser dar, die eine bestimmte Menge davon (z. B. 1 %) der bei 110° getrockneten Gerbsäure enthält. Handelt es sich um die Bestimmung des Gerbsäuregehaltes von Eichenrinde, so zieht man 10 Grm. davon mit siedendem Wasser aus, welchem etwas Salzsäure zugesetzt wurde, bringt den Auszug nebst dem Waschwasser in ein Gefäß von $^1/_2$ Liter Inhalt und füllt dasselbe sodann mit Wasser an. Bei diesem Verfahren werden die stickstoffhaltigen Stoffe theils durch die Wärme, theils durch die Salzsäure coagulirt. Man läßt die Flüssigkeit absetzen und bringt dann 50 Cubikcentimeter derselben in einen Kolben. Andererseits nimmt man 10 Cubikcentimeter der titrirten Gerbsäurelösung und bringt sie in einen zweiten ähnlichen Kolben. Man fügt sodann der Flüssigkeit in jedem dieser Kolben $^1/_2$ Liter Wasser, welches man mit Schwefelsäure angesäuert hat, hinzu und bestimmt nun die Volume v und v' der Lösung von übermangansaurem Kali, welche man den beiden Flüssigkeiten hinzufügen muß, um denselben eine röthliche Färbung von Intensität zu geben. Aus diesen Volumen, welchen die in den beiden Flüssigkeiten vorhandenen Gerbsäuremengen proportional sind, und dem bekannten Gerbsäuregehalt der titrirten Lösung ergiebt sich der Gerbsäuregehalt der Eichenrinde durch eine einfache Rechnung. Der Verf. fand nach diesem Verfahren in einer Probe Eichenrinde 5,91 Proc., in grünem Thee bei drei verschiedenen Versuchen 16,2, 15,3 und 15,17 Proc., in schwarzem Thee 9,51, 9,43 und 9,89 Proc. Gerbsäure.

V. Eine genaue Gerbstoffbestimmung gehört immer noch zu den frommen Wünschen des technischen Chemikers. Für Tannin — ob für andere Gerbsäure auch, ist noch nicht zu ermitteln — ließe sich die Fällbarkeit desselben durch Cinchonin (als wohlfeilstes der hier anwendbaren Alkaloïde) und die Bestimmung des überschüssigen Cinchonins im Filtrat auf jodometrischem Wege[1]) benutzen. Vielleicht ist auch eine titrirte Zucker-Kalk-Lösung

[1]) Wagner, Jahresbericht der chem. Technologie 1861 p. 626.

zum Ausfällen der Gerbsäure anwendbar. Ob bei solchen Gerbsäuren, die, wie die Galläpfelgerbsäure, sich leicht in Glycose und Gallussäure spalten, die Gerbsäurebestimmung auf eine saccharometrische Probe zurückzuführen sein möchte, ist zu bezweifeln.

§. 9.

Die Häute.

Obgleich im Allgemeinen die Häute (peaux, *hides*) aller Quadrupeden zur Lederbereitung sich eignen, so schließen doch häufig zu geringe Dimensionen oder ihr Nutzen als Pelzthiere die Häute vieler Thiere aus. Unter den in der Gerberei angewendeten Häuten nehmen die des Rindviehes den obersten Platz ein, an Festigkeit und Güte stehen ihnen nach die Haut der Pferde und des Esels. Wie die Praxis gezeigt hat, ist die Festigkeit der Haut nicht allein abhängig von der Art des Thieres, sondern auch von dessen Lebensart, so übertrifft das wilde Rindvieh bei weitem das zahme, und bei letzterem wieder ist die Festigkeit der Haut größer bei Weidevieh als bei im Stall gefütterten Thieren. Die Dicke der Haut eines bestimmten Thieres ist außerordentlich wechselnd; in der Mitte des Rückens oder am Kopfe ist es häufig doppelt so dick als am Bauche. Bei den kleineren Thieren sind die Unterschiede in der Dicke weniger wahrnehmbar, bei den Schafen behauptet man übrigens gefunden zu haben, daß die Qualität und Dicke der Haut in Beziehung zu der Dicke des Vließes im Augenblick des Schlachtens steht; je dicker und länger seine Wolle, desto dünner und weniger haltbar die Haut, da, wie es scheint, die Theile, welche zur Ernährung und Bildung der Haare dienen, der Ernährung der Haut entgehen. Das Scheeren des Schafes, wenige Wochen vor dem Schlachten, soll nach der gewöhnlichen Annahme schon genügen, um der Haut eine größere Dicke zu geben. — Das dickste und derbste Leder, besonders als Sohlenleder für das Schuhwerk verwendet, liefern Stier- und Ochsenhäute, welche man im rohen unbearbeiteten Zustande grüne Häute nennt, und theils im frischen, ungetrockneten Zustande aus den nächstliegenden Metzgereien (eine frische Ochsenhaut, so wie sie vom Metzger kommt, wiegt 25—30 Kilogr., verliert aber beim Austrocknen etwas über die Hälfte am Gewicht), theils im getrockneten Zustande aus entfernten Gegenden bezieht. Letztere sind zum Theil nur getrocknet wie die aus Buenos-Ayres, zum Theil gesalzen und getrocknet, wie die von Bahia und Fernambuk in den Handel gebrachten, bisweilen auch geräuchert. Ein dünnes, weniger dichtes Leder und von minder feinem Korn als die Stierhäute geben die Kuhhäute, welche zu leichten Sommersohlen gegerbt, unter dem Namen Vacheleder bekannt sind; die stärksten Kuhhäute stammen

aus den südamerikanischen Ebenen, sie werden wie gesagt zu leichtem Sohlenleder, dann zu Oberleder u. dergl. verarbeitet. Die Häute der Kälber sind dünner als die der Kühe, aber dicker als die der meisten anderen Thiere und liefern gegerbt ein sehr zähes, dabei weiches und biegsames Leder, welches besonders als Oberleder des Schuhwerkes (Schmalleder, Fahlleder, cuirs mous pour les tiges de bottes, *upper-leather*) verwendet wird, während die Stierhäute und stärkeren Kuhhäute nur als Sohl- oder Pfundleder (cuirs forts pour semelles, *sole leather*) Verwendung finden. Die Pferdehäute sind dünn und geben ein fast nur zu Sattlerarbeiten benutztes Leder. Die Schaffelle liefern Leder von geringerer Stärke für Buchbinderarbeiten, Waschleder, gefärbtes Leder u. s. w. Die Häute der Lämmer und jungen Ziegen liefern Leder für Handschuhe, die Häute der ausgewachsenen Ziegen das beste Material für Saffian und Maroquin. Hirsch- und Rehhäute, sowie Gemsenfelle werden in der Regel sämischgegerbt und als Wildleder verwendet. Schweine liefern ein dünnes, äußerst festes, besonders für Sattelsitze verwendetes Leder. Seehundsleder wird seiner großen Zähigkeit wegen vorzüglich zum Einfassen der Sattlerarbeiten verwendet.

§. 10.

Die einzelnen Arbeiten der Lohgerberei.

Die einzelnen Arbeiten in der Lohgerberei lassen sich auf drei Hauptarbeiten, A. auf das Reinmachen der Haut auf der Fleisch- und auf der Narbenseite, mit anderen Worten auf eine Bloßlegung des Coriums; B. auf das eigentliche Gerben, und C. auf eine Zurichtung der lohgaren Häute, um sie in Waare zu verwandeln, zurückführen. Diese drei Hauptarbeiten zerfallen wieder in folgende Operationen:

A. Das Reinmachen der Haut

1) das Einweichen der Häute (lavage, trempe, *soaking*),
2) das Reinigen der Fleischseite (écharnement, écolage, *fleshing*),
3) das Reinigen der Haarseite (épilage, débourrage, *unhairing*),
4) das Schwellen der gereinigten Häute (gonflement, *swelling*).

B. Das Gerben der Blöße, welches durch Einsetzen in Gruben, oder durch Gerben mit Lohauszug (Lohbrühe), oder nach dem Verfahren der sogenannten Schnellgerberei vor sich geht.

C. Das Zurichten der lohgaren Häute, worunter alle diejenigen Nacharbeiten zu verstehen sind, welche dem Leder ein dichteres Gefüge, eine schönere Narbe, ein besseres Ansehen der Fleischseite, größere Gleichförmigkeit in der Dicke, größere Geschmeidigkeit u. dergl. ertheilen sollen.

A. Das Reinmachen der Haut.

1) Das Einweichen oder Wässern der Haut (lavage, trempe, *soaking*), die erste der Operationen, bezweckt nicht nur eine gleichförmige Erweichung und Ausstreckung der Haut, so daß man sie beliebig biegen kann, ohne daß Narbenbrüche sich bilden, sondern auch eine Entfernung anhängender Blut- und Fleischtheile auf der Fleisch- oder Aasseite. Bei frischen Häuten genügt, nachdem die Hörner, Klauen u. s. w. abgeschnitten worden, schon ein- bis zweitägiges Legen in fließendes Wasser, oder, wo dieses nicht vorhanden, in Weichbottiche oder Kufen, um Blut und Schmutz zu entfernen; bei getrockneten, namentlich bei gesalzenen und geräucherten Häuten, läßt man dieselben oft 8—10 Tage lang im Wasser liegen, wobei man die Häute der Art befestigt, daß der Strich der Haare der Stromrichtung gerade entgegengeht, um das Wasser möglichst stark auf die Hautoberfläche wirken zu lassen. Während des Wässerns werden die Häute zweimal des Tages aus dem Wasser gehoben und wieder eingelegt.

Ist die Haut genügend erweicht, so schreitet man 2) zum Reinigen der Fleischseite (écharnement, écolage, *fleshing*). Zu dem Ende bringt man die Häute mit der Haarseite nach unten auf den Schabebaum (Gerbe- oder Streichbaum, chevalet, *beam*), einen halbrunden hölzernen Baum von etwa 2 Meter Länge und 0,5 Meter Breite, der mit seinem hinteren Ende auf der Erde ruht, mit dem vorderen auf einem Kreuzholz oder Kreuzfuß. Das Schabeeisen (Streicheisen, routeau rond, *shaving or fleshing knife*) besteht in einem eisernen nach dem Rücken zu etwas gekrümmten Messer mit stumpfer Schneide, und ist mit zwei hölzernen Handgriffen versehen; die Krümmung des Messers richtet sich nach der Krümmung des Schabebaumes. Um das Reinigen der Häute zu vollführen, stellt der Arbeiter sich vor den Schabebaum und streicht nun, indem er das Schabeeisen an den Handhaben mit beiden Händen faßt, die Haut von oben nach unten herab, wobei einerseits das Wasser ausgepreßt, anderntheils die Haut gleichmäßig gereckt und die anhängenden Fleisch- und Fetttheile und das der Fleischseite anhängende Unterzellgewebe, sowie die das Gewebe der Haut durchsetzenden feinen Gefäße und Nerven weggenommen werden. Bei schweren Ochsenhäuten wird nur eine Haut auf den Schabebaum gelegt, bei leichten Kalb- und Ziegenhäuten dagegen legt man 3—6 übereinander auf, wo dann die unteren den oberen als Unterlage dienen und dieselben vor Beschädigung durch das Schabeeisen schützen.

Nach dem ersten Ausstreichen bringt man die Häute abermals 24 Stunden lang in das Wasser, streicht sie den nächsten Tag nochmals aus, trägt sie dann wieder einige Stunden ein und wäscht sie aus, worauf man sie über

den Schabebaum schlägt und abtropfen läßt. Sie sind dann zum Enthaaren vorbereitet. Zur Beförderung des Einweichens und der damit im Zusammenhange stehenden Reinigung der Fleischseite werden die Häute zuweilen statt des bloßen Auseinanderlegens, Auswaschens und Abtropfens in frischem Wasser gewalkt, was entweder in einer gewöhnlichen Walke oder in einem in die Erde eingelassenen Bottich mittelst Holzstampfen geschieht. Man kann durch dieses Verfahren die Häute in 2 bis 3 Tagen so weit reinigen als sonst nach der gewöhnlichen Methode in 8—10 Tagen.

§. 11.

3. Das Reinigen der Haar- oder Narbenseite oder das Abhaaren (épilage, débourrage, *unhairing*) bezweckt die anatomische Scheidung der Lederhaut von der auf ihr liegenden Epidermis und den mit letzterer zusammenhängenden Gebilden, namentlich den Haaren. Die Theorie des Abhaarens ist, wie Fr. Knapp vor einigen Jahren nachgewiesen hat, folgende: Die Haare sitzen in der gereinigten und geweichten Haut — nicht in dem Corium, sondern nur in einer in das Corium tief hineinragenden Einstülpung der Oberhaut — so fest, daß sie nicht, ohne abzureißen, ausgerauft werden können, das Abrasiren ist nicht anwendbar, weil dabei die Haarwurzeln zurückbleiben, was sich mit dem Ansehen von gutem Leder nicht verträgt. Man nimmt daher in der Gerberei zu verschiedenen vorbereitenden Operationen seine Zuflucht, welche wie das Kalken beim Kalkäschen und die Gährung beim Schwitzen die Lockerung der Epidermis bezwecken sollen; beim Abstoßen der Haare von den gekalkten oder vom Schwitzen kommenden Häuten wird daher hauptsächlich nur die Epidermis und zwar mit der in ihr befestigten Behaarung von der Lederhaut abgestoßen; die Haare dienen dabei mehr als Handhabe.

Wie bereits gesagt, werden die auf der Fleischseite gereinigten und geweichten Häute auf verschiedene Weise für die Enthaarung vorbereitet, nämlich

a) durch Schwitzen (travail à la jussée, à l'échauffe, *piling the hides*);

b) durch Kalken (pelanage à la chaux, *liming the hides*);

c) durch Anwendung von Rhusma und Schwefelcalciumverbindungen.

a) Bei dicken Häuten, die zu Sohlenleder bestimmt sind, wird als vorbereitende Operation zum Enthaaren das Schwitzen angewendet, da das Kalken, weil bei dickem Leder der Kalk nie ganz vollständig entfernt werden kann, das Leder hart und spröde machen würde. Das Schwitzen besteht in einer durch Gährung oder beginnende Fäulniß eingeleiteten Zersetzung der feuchten Haut, welche man jedoch auf die Auflockerung der Epidermis

und Haarsäcke, so wie auf eine theilweise Fäulniß der noch in der Haut zurückgebliebenen fremdartigen Stoffe beschränken muß, weßhalb auch das Einweichen nur soweit dabei zur Anwendung kommt, als nöthig ist, die Häute biegsam zu machen. Die Häute werden der Länge nach, mit der Fleischseite nach innen, zusammengelegt, nachdem man sie auf der Fleischseite mit Kochsalz (1,5—2 Kilogramm auf jede Haut, zuweilen mit Zusatz von etwas Asche) eingerieben oder mit etwas Holzessig getränkt hat, und dann in einem an einem mäßig warmen Orte befindlichen Kasten, dem Schwitzkasten, der mit einem Deckel verschlossen werden kann, übereinander geschlichtet. Nach kurzer Zeit ist eine Steigerung der Temperatur und ein Geruch nach Ammoniakkörpern wahrzunehmen, welchem sehr bald die Erscheinungen der Fäulniß folgen. Sobald letztere sich kundgeben, werden diejenigen Häute, deren Haare leicht ausgerauft werden können, sofort auf dem Schabebaume enthaart. Bei fabrikmäßigem Betriebe wendet man anstatt der Schwitzkasten zweckmäßig eine große, dicht verschließbare Kammer an, deren Temperatur entweder mittelst directem Feuer, oder frei einströmenden Wasserdämpfen, oder durch Wasserheizung so ziemlich constant auf 40—50° C. erhalten wird.

Um aller nachtheiligen Einwirkung auf das Corium vorzubeugen, wendet man häufig auch das kalte Schwitzverfahren an, bei welchem man die Häute in ausgemauerte oder mit Cement überkleidete Gruben bringt, auf deren Boden ein hölzerner Kanal den Abfluß des Wassers sowie das Eindringen von Luft gestattet. Die Temperatur der Grube ist auf 6—12° zu halten. Unter dem Dach circulirt in einer im Viereck herumgeführten Leitung kaltes Wasser, zugleich tropft ein Theil dieses Wassers unaufhörlich durch die Grube nieder, deren Atmosphäre mit Feuchtigkeit gesättigt bleibt. Nach 6 bis 12 Tagen tritt, ohne daß eine Spur von Fäulniß bemerkbar wäre, Auflockerung der Haare ein.

b) Bei leichtern, nicht für Sohlleder bestimmten Häuten, bei denen der aufgenommene Kalk, welcher dem Verlaufe des eigentlichen Gerbeprocesses sehr ungünstig ist, leichter entfernt werden kann, wendet man gewöhnlich das Kalken an. Die Behandlung der Haut mit Kalkmilch ist nicht nur, wie oben bereits gesagt, eine vorbereitende Operation für das Enthaaren, sondern es wird auch das in der Haut enthaltene Fett verseift und in Kalkseife übergeführt, welche im Wasser zwar unauflöslich ist, aber durch die nachfolgende, theils mechanische, theils chemische Behandlung gleichfalls beseitigt wird. Daß aber die Enthaarung und die Befreiung des Corium von der Epidermis nicht der alleinige Zweck des Kalkens sein könne, hat schon Hermbstädt auseinandergesetzt. Er sagt, daß die Häute, um gutes und geschmeidiges

Leder[1]) zu liefern, länger in der Kalkmilch zubringen müssen, als zu ihrer Enthaarung nothwendig ist. Rollett hat nun nachgewiesen, daß das Kalkwasser eine Eiweißsubstanz auflöst, welche zwischen den Formbestandtheilen des Bindegewebes und wahrscheinlich auch zwischen dem Corium und den Oberhautgebilden sich befindet, und dadurch, indem er das innige Aneinanderhaften der Formbestandtheile lockert, zum Geschmeidigwerden des Leders beiträgt.

Die Kalkgruben oder Aescher, in welchen das Kalken der Häute vorgenommen wird, sind in den Boden eingelassene Bottiche von etwa 2 Meter Durchmesser und $1^3/_4$ Meter Höhe, welche bis auf Dreiviertel ihrer Höhe mit dünner Kalkmilch angefüllt werden. In diese Bottiche werden die Häute (20—25 große Häute oder 30—40 kleine) eingestoßen, so daß sie unter der Flüssigkeit liegen. In der Regel wendet man drei oder fünf Kalkgruben an, von denen die eine immer größere Mengen von Kalk enthält als die andere. Zuerst kommen die Häute in die schwächste Grube, welche bereits bei früheren Operationen gedient hat (abgestorbene Aescher, pelain mort), dann in eine stärkere Grube und zuletzt in die stärkste, die aber mit frischer Kalkmilch beschickt worden ist (pelain neuf). Wendet man sogleich starke Kalkmilch an, so wird das Leder schwammig, weil der Kalk die Fasern des Coriums zu stark angreift. Manche Gerber setzen der Kalkmilch etwas Holzasche zu, wodurch Aetzkali sich bildet, welches noch weit energischer wirkt als der Kalk. 1 Cubikmeter Kalk ist genügend, um 1200 starke Rindshäute genügend zu kalken. Die Kalkmilch muß in den Gruben öfter umgerührt und die Häute täglich zweimal herausgenommen und neu eingeschlagen werden. Die Häute bedürfen zur Gare eines 3—4 wöchentlichen Verweilens in den Kalkgruben.

c) Sehr dünne Häute kleiner Thiere vertragen weder das Schwitzen noch das Kalken; man pflegt sie daher mit sogenanntem Rhusma, einer salbenartigen Mischung aus 1 Th. Operment (Schwefelarsenik) mit 2—3 Th. gelöschtem Kalk, etwa messerrückendick zu bestreichen, welches die Haare so erweicht, daß sie nach kurzer Zeit mit einem Schabmesser entfernt werden können. Rud. Böttger hat gezeigt, daß das Calciumsulfhydrat, welches man durch Einleiten in Schwefelwasserstoffgas in bis zur Rahmconsistenz verdünnten Kalkbrei, bis die Masse eine blaugraue Farbe angenommen hat, erhält, das Rhusma in jeder Hinsicht ersetzt und in der Gerberei zum Enthaaren der Häute alle Beachtung verdient. Der Kalk, welcher zur Reinigung des Steinkohlengases gedient hat und viel Calciumsulfhydrat enthält, der sogenannte Gaskalk, hat in neuerer Zeit mehrfach, selbst bei stärkeren

---

[1]) Hermbstädt, Chem.-technol. Grundsätze der gesammten Ledergerberei, Berlin 1807; Bd. II p. 210.

Fellen, zum Enthaaren Anwendung gefunden und zwar nach Kampffmeyers Bericht mit dem günstigsten Erfolge, indem das Leder fester, zäher, eleganter erscheint und mehr Gerbstoff aufnimmt. A. Lindner fand bei Versuchen über das Enthaaren der Felle durch Gaskalk, daß das darin enthaltene Sulfhydrat in seiner haarerweichenden Wirkung durch geringe Mengen von Calciumcyanür (vergl. Bd. I p. 469, 100 Kilogr. Gaskalk geben 12—15 Kilogr. Berlinerblau) unterstützt werde; da beide wirksamen Bestandtheile sich in Wasser lösen, so solle man nicht den Gaskalk wie bisher als Emulsion, sondern als klare Lösung anwenden, wodurch man sich unabhängig mache von dem nachtheiligen Einflusse des oft bis zu 20 Proc. dem Gaskalke beigemengten Aetzkalkes. Was die Theorie der Anwendung des Calciumsulfhydrates zum Enthaaren anlangt, so haben die Versuche Fr. Knapp's gezeigt, daß durch dieses Mittel die Haare zerstört, jedoch dabei die Epidermis nicht gleichzeitig beseitigt wird; durch das Wegschaben wird daher in diesem Falle das Haar mehr oberflächlich entfernt, als entwurzelt.

Wie früher schon mehrmals, so hat Felix Boudet in neuerer Zeit den Kalk beim Enthaaren durch eine verdünnte Aetznatronlösung zu ersetzen gesucht und zwar, wie es scheint, mit vielem Nutzen; denn ungeachtet der auf das Kalken folgenden Operation des Schwellens, deren Hauptzweck mit die Beseitigung des Kalkes ist, bleibt eine gewisse Menge Kalk in der Haut zurück, aus welchem sich beim Gerben Kalktannat bildet, das nicht nur die Aufnahme des Gerbstoffes durch die Haut verzögert, sondern auch der Geschmeidigkeit des Leders Eintrag thut. Mit der Anwendung des Natrons sind alle diese Uebelstände beseitigt, das Enthaaren ist schon nach wenigen Tagen vorüber und das Gerben geht leichter und vollständiger vor sich.

Sobald die Häute auf die eine oder die andere Weise zum Enthaaren genügend vorbereitet sind, wäscht man sie gut aus, und legt sie nun, einige übereinander, auf den Schabebaum, die Haarseite nach oben und den Strich der Haare aufwärts, so daß der Arbeiter mit dem stumpfen Schabemesser nach abwärts den Haaren entgegenarbeitet und letztere von der Narbe abstößt, eine Arbeit, die man das Abpälen nennt. Falls die Haare noch zu fest sitzen sollten, wie es bei trockenen schweren Häuten nicht selten vorkommt, so streut der Arbeiter feinen Sand in die Haare ein, wo dann das Messer besser angreift. Die bei schweren Häuten nach dem Enthaaren noch festsitzenden Grundhaare werden mittelst eines gewöhnlichen großen und scharfen Messers, des Putzmessers, abgeputzt. Nach beendigtem Abpälen werden die Häute von neuem gewässert, mit der Narbenseite abwärts auf einen breiten Schabebaum geschlagen und auf der Fleischseite mit dem Scheer- oder Finneisen, einem großen, geraden, scharfen Messer mit Griffen an beiden Enden bear-

beitet, indem man das Messer flach gegen die Haut andrückt und dadurch sorgfältigst alles noch anhängende Fleisch u. s. w. abschneidet, ohne die Haut zu verletzen.

Durch das Enthaaren und Scheeren verliert eine trockene Haut durchschnittlich 10—12 Proc. am Gewichte.

§. 12.

4. Das Schwellen oder Treiben der gereinigten Häute (gonflement, *swelling*). Theils um den von dem Kalken her in der Haut in Gestalt von kohlensaurem oder in Form von Kalkseife oder Kalkalbuminat zurückgebliebenen Kalk aus den Häuten zu entfernen, theils auch die eigentliche Hautfaser auf endosmotischem Wege aufzuschwellen und sie für das Eindringen der gerbstoffhaltigen Flüssigkeit geeignet zu machen, pflegt man nach Vollendung der vorbereitenden Reinigungsarbeiten die Häute in der Schwellbeize zu behandeln, die man durch saure Gährung von Gerstenschrot oder Weizenkleie bereitet, deren wesentlich wirksame Bestandtheile mithin Propionsäure, Milchsäure und Buttersäure sind. Werden die gereinigten Häute, nun Blößen genannt, mit dieser Flüssigkeit behandelt, so lösen die Säuren den Kalk auf, den Kalk aus der Kalkseife unter Abscheidung der Fettsäuren, welche sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit ansammeln; die in Wasser löslichen Kalksalze werden durch das nachfolgende Auswäschen vollständig entfernt. Während des Schwellens nimmt die Dicke der Haut um das Doppelte zu, theils indem die Flüssigkeit der Schwellbeize in die Haut eindringt und letztere auflockert, zum Theil aber auch dadurch, daß in den Poren der Haut, sei es in Folge von Zersetzung von kohlensaurem Kalk durch die Gährungssäuren, sei es in Folge von Buttersäuregährung oder einer anderen Gährung, die sich in der Haut fortsetzt, sich Gasarten entwickeln; dabei wird die Haut durchscheinend und gelblich. Diejenigen Häute, die nicht durch Kalken, sondern durch Schwitzen vorbereitet wurden, bedürfen zum Schwellen keiner sauren Schwellbeize, sondern erlangen die nöthige Schwellung durch Wasser, obgleich die saure Schwellung, weil sie rascher und gleichmäßiger vor sich geht, unter allen Umständen vorgezogen zu werden verdient.

Die saure Schwellbeize (die weiße Beize) wird gewöhnlich aus Gerstenschrot oder aus Weizenkleie bereitet. Auf 100 Kilogr. trockener Häute werden etwa 50 Kilogr. Gerstenschrot oder auch Weizenkleie mit Wasser zu einem Brei angerührt und mit 2,5—3 Kilogr. Sauerteig versetzt und dann so viel heißes Wasser zugefügt, daß ein dünner Brei von etwa 25° C. entsteht, dessen Gährung in kurzer Zeit eintritt. Man pflegt jedoch die Blößen nicht sofort in die frisch bereitete Schwellbeize zu bringen, sondern erst in eine

schon mehrfach gebrauchte, dann in eine weniger alte und zuletzt in die neu angestellte Beize. Bis zu welchem Grade die Auflockerung der Blöße durch Schwellung vorzunehmen sei, ist theils von der Beschaffenheit des Leders, theils von dem auf das Schwellen folgenden Gerbeverfahren abhängig. Am weitesten pflegt man das Schwellen bei dem Fahlleder zu treiben, bei denen große Dehnbarkeit wünschenswerth erscheint und welche durch Behandeln im Kalkäscher für das Enthaaren vorbereitet worden sind; wo dagegen große Festigkeit und geringere Biegsamkeit, wie es beim Sohlenleder der Fall ist, erforderlich erscheint, zieht man es vor, die Häute minder stark schwellen zu lassen, da sie dadurch zwar dicker, aber weniger fest werden. Gerbt man nach dem Schwellen die Häute (statt in der Lohgrube) in Lohbrühen und wendet dabei im Anfang nur sehr schwache Gerbstofflösungen an, so ist ein starkes Schwellen nicht erforderlich, da die Gerbung und Zusammenziehung dann langsam erfolgt, und die späteren Brühen doch noch in das Leder eindringen können. Werden dagegen die Häute mit Lohe in Gruben eingesetzt, so findet eine schnellere Einwirkung des Gerbstoffes auf die Blöße und in deren Folge ein starkes Zusammenziehen statt. Die Blößen müssen daher in diesem Falle stärker geschwellt sein.

Behufs der Umgehung des zu starken Schwellens der für Sohlenleder bestimmten Häute, fügt man der Schwellbeize sofort etwas Lohe oder Lohbrühe zu oder schwellt sie auch nur in der rothen Beize, worunter man alte, sauer gewordene Lohbrühe versteht, welche, dem Geruch und Geschmack nach zu urtheilen, große Mengen Milchsäure und Buttersäure enthält. Die Blößen werden zuerst in stark mit Wasser verdünnte, hierauf in concentrirtere rothe Beize gebracht. Nach Ablauf von 12—14 Tagen ist das Schwellen in hinreichender Weise vor sich gegangen.

Anstatt der Schwellbeize, in welcher organische Säuren (Milchsäure, Propionsäure) wirksam sind, ist nach den Vorschlägen von Macbride und Seguin verdünnte Schwefelsäure (1 : 1500) zum Schwellen empfohlen worden; die Erfahrung hat aber gelehrt, daß hierdurch zwar eine beschleunigte Wirkung der Haut ermöglicht wird, jedoch nur auf Kosten der Qualität des Leders. Auch die an phosphorsauren Salzen und an Harnsäure reichen Excremente von Hunden, Tauben u. dgl. finden zum Schwellen Anwendung, indem diese Auswürfe in Wasser aufgeweicht und die Blößen darin bearbeitet werden.

§. 13.

B. Das Gerben der geschwellten Blöße.

Durch die vorbereitenden Arbeiten des Reinigens, Kalkens oder Schwitzens und Schwellens ist die eigentliche Lederhaut nun so weit entblößt

und aufgelockert worden, daß sie von der Gerbstofflösung gehörig durchdrungen werden kann, und die Sättigung der Faser des Coriums mit Gerbstoff möglichst vollständig erfolgt. Man nimmt in der Praxis an, daß eine trockene Haut bei ihrer Ueberführung in Leder ihr Gewicht um ungefähr ein Drittheil vermehrt, folglich ebensoviel an Gerbstoff aufnimmt. Nach Anthon ist die Menge Gerbematerial, welche zum Gerben von 1 Kilogr. Haut (Blöße?) erforderlich ist bei

	Kilogr.
Eichenrinde, je nach Qualität	4—10
Fichtenrinde	8
Weidenrinde	8—10
Buchenrinde	18
Galläpfel	1,25
Knoppern	2
Sumach	3
Bärentraube	10

Die mit Eichen- und Fichtenlohe gegerbten Leder machen einen so überwiegenden Theil der Gesammtproduction an lohgarem Leder aus, daß die mit den übrigen Gerbematerialien hervorgebrachten Leder fast gänzlich verschwinden. Der Gerbstoff des Gerbemittels gelangt stets in Wasser gelöst in die Haut. Damit das Wasser nun die Gerbsäure gehörig extrahire, müssen die Gerbmittel gehörig zerkleinert zur Anwendung kommen, die Eichen- und Fichtenrinde gemahlen oder gestampft, die Knoppern und Galläpfel zermalmt.

Die Sättigung der Hautfaser mit Gerbstoff wird auf zweierlei Weise bewirkt, nämlich

1) indem man die Häute abwechselnd mit Lohe schichtet, was man das Einsetzen in Gruben (mise en fosses) nennt, oder

2) indem man sie zuerst in verdünnte, dann in concentrirte Lohauszüge eintaucht (Gerben in Lohbrühe, tannage à la flotte).

1) Das Einsetzen in Gruben findet gegenwärtig meistens nur noch bei zu Sohlen bestimmten Häuten statt. Die hierzu dienenden Loh- oder Versetzgruben sind in den Boden versenkte, wasserdichte Kasten von Eichenholz von 2 Meter Weite und etwa 3 Meter Tiefe, statt welcher auch runde Bottiche zuweilen Anwendung finden. Nicht selten benutzt man auch ausgemauerte, mit Portlandcement überkleidete Gruben, deren Anwendung, namentlich im Anfang große Behutsamkeit erheischt, weil der Kalk des Mörtels auf den Gerbstoff der Lohe zerstörend einwirkt. Den Boden der Grube belegt man einige Centimeter dick mit ausgelaugter Lohe, giebt eine 3 Centimeter dicke Schicht von frischer Lohe darauf, breitet darüber die Haut mit der

Narbenseite nach unten aus, streut wieder 1 Zoll dicke Lohe darauf, dann eine zweite Haut und schichtet in dieser Weise den Kasten voll. Auf die dicksten Stellen der Haut legt man auch die dicksten Schichten der Lohe, füllt alle leer bleibenden Ecken mit alter Lohe, bedeckt etwa $^1/_3$ Meter hoch mit derselben (der sogenannte Hut) und dann mit einem gut schließenden Deckel, nachdem man so viel Wasser eingepumpt hat, daß es etwas über der obersten Haut steht. In diesem Zustande überläßt man die Grube sich selbst. Wurde anstatt eines Theiles der Lohe Knoppernmehl angewendet, so nimmt man nur ungefähr die Hälfte der Eichenlohe.

Auf diesen ersten Satz bleiben die Häute, je nach der Qualität der Eichenrinde, etwa 8—10 Wochen; wenn Knoppern beigemengt, so vollendet sich die Aufnahme des Gerbstoffes schneller. Noch bevor aller Gerbstoff der Flüssigkeit entzogen ist und ehe sich in derselben zu große Mengen Milchsäure und andere flüchtige und riechende Säuren gebildet haben, müssen die Häute herausgenommen und in einem zweiten Kasten (dem zweiten Satze) mit frischer Lohe so geschichtet werden, daß die früher oben liegenden nach unten zu liegen kommen. Man wendet hierbei etwa $^1/_3$ weniger Lohe an und preßt die Häute durch Auflegen von Steinen auf den Deckel zusammen, wodurch der Ueberschuß von Flüssigkeit und der Luftzutritt vermieden wird. Dieß kann erst jetzt geschehen, weil in die frischen Blößen die Lohe sich zu stark einpressen und die Lösung so concentrirt sein würde, daß sich die Hautoberfläche sofort sättigen, dadurch für das Eindringen des Gerbstoffes in die Mitte der Haut ein Hinderniß schaffen und ein nur äußerlich gares Leder liefern würde. In diesem zweiten Satze bleiben die Häute drei bis vier Monate; sie sollen hier bis auf den Kern gelohet, d. h. mit dem Gerbstoff bis in das Innerste durchdrungen sein. Hierauf kommen die Häute 4—5 Monate lang in einen ähnlichen, noch geringere Mengen von Lohe enthaltenden dritten Satz, und bei sehr starken Häuten (namentlich Wildhäuten) muß bisweilen noch ein vierter und fünfter Satz gemacht werden, so daß sie bis zu 2 Jahren und länger noch in der Lohgrube behandelt werden. Für die späteren Sätze wendet man häufig statt der Eichenlohe Fichtenlohe an.

Die Menge der Eichenlohe, die zum vollständigen Gerben der Haut erforderlich ist, richtet sich nach ihrer Qualität; nach den Erfahrungen der Gerber rechnet man das 4—6 fache Gewicht der trockenen Haut, von welcher Menge, das Gewicht der Haut zu 20 Kilogr. angenommen,

auf den ersten Satz 40 Kilogr. Lohe kommen
„ „ zweiten „ 35 „ „ „
„ „ dritten „ 30 „ „ „
105 Kilogr. Lohe.

ches mit hinreichender und guter Lohe die längste Zeit in Berührung war. Die gewöhnliche Dauer des Gerbeverfahrens von zwei Jahren auf die Hälfte der Zeit, ja auf einige Monate zu verringern, ist bis jetzt als ein vergeblicher Versuch zu betrachten, denn alle nach den Methoden der sogenannten Schnellgerberei dargestellten Leder stehen weit hinter dem nach dem alten System erzeugten zurück.

Die hauptsächlichsten Vorschläge, die zur Abkürzung der Zeit des Gerbeverfahrens gemacht worden sind, lassen sich in folgender Weise classificiren (theilweise nach Knapp):

1) Die Haut wird einfach in die Lohbrühe gelegt, ein Verfahren, welches von dem Irländer Macbride (1775) herrührt, welcher demnach als der Urheber des Schnellgerbeverfahrens zu betrachten ist. Seguin (1792) verbesserte das ursprüngliche Verfahren und verschaffte demselben Aufnahme und Verbreitung. Jones, von der Idee ausgehend, daß durch den Druck, welchen die in dem Bottich oder der Grube übereinander liegenden Häute auf einander ausüben, die Gerbeflüssigkeit auf die Seite gepreßt und dadurch verhindert werde, auf die Gesammtoberfläche der Haut einzuwirken, trennt die einzelnen Häute durch Lagen von Wollstoff (Flanell) und die Zeugschichten wieder durch Lagen eines wasserdichten Stoffes. Zur Erreichung des nämlichen Zweckes legt Rossiter die einzelnen Häute auf Lattenhorden.

2) Circulation der Gerbeflüssigkeit findet statt bei den oben angegebenen Verfahren von Ogereau und Sterlingue, sowie nach der Methode von Turnbull, bei welcher eine Anzahl Gerbebottiche durch ein Röhrensystem verbunden ist, und eine an den Röhren angebrachte Druck- und Saugpumpe die continuirliche Circulation der Gerbeflüssigkeit in den Bottichen unterhält.

3) Durch vermehrte Endosmose will Turnbull das Gerbeverfahren abkürzen. Er näht zu dem Ende die Häute zu Säcken zusammen, füllt sie mit Lohe und Wasser und bindet die Säcke zu, welche nun in Catechulösung untergetaucht werden, deren specifisches Gewicht durch Zusatz von Melasse erhöht worden ist, um, wie der Urheber dieser Methode meint, einen kräftigen Austausch der Flüssigkeit in den Säcken mit der außerhalb befindlichen einzuleiten. Die Flüssigkeitsdiffusion oder Dialyse, mit welchem Namen Graham (1861) die durch eine colloïdale Zwischenwand bewirkte Trennung krystallinischer Körper von amorphen, deren Studium vielleicht den physikalischen Vorgang beim Gerbeprocesse zu erläutern geeignet ist, bezeichnet, war, als Turnbull seine Methode vorschlug, selbst in ihrer Idee noch nicht bekannt.

4) Das Bewegen der in die Gerbeflüssigkeit getauchten Häute wird zur Beförderung des Gerbens häufig angewendet, so z. B. von

Brown, welcher die Häute in einen offenen Cylinder, welcher die Einrichtung einer zum Waschen der Rüben üblichen Lattentrommel (Bd. III p. 205) hat, bringt, der unter dem Niveau der Gerbebrühe bewegt wird. Die von Squire zu gleichem Zwecke vorgeschlagene Trommel taucht nur bis zur Achse in die Gerbeflüssigkeit und ist mit Abtheilungen versehen, es werden daher die Häute abwechselnd bei jeder Umdrehung der Trommel aus der Gerbebrühe entfernt und wieder eingesenkt. C. Knoderer's Gerbeverfahren, welches in jüngster Zeit großes Aufsehen gemacht, da man von ihm behauptete, es erspare 80 Proc. an Zeit, 50—60 Proc. an Lohe und 50 Proc. an Handarbeit und liefere überdieß Leder von besserer Beschaffenheit, besteht ebenfalls zum Theil darin, daß man die Häute mit Auszug von Lohe und mit unausgezogener Lohe in Fässer bringt, dieselben verschließt und sodann eine gewisse Zeit lang sich umdrehen läßt. Nach dem Verfahren des Pariser Lederfabrikanten Vauquelin werden die Häute in erwärmter Gerbeflüssigkeit gewalkt und zwar zuerst mittelst Stampfen, später mittelst einer mit Daumen versehenen Walze; Kalbfelle sollen nach diesem Verfahren, dessen Details Dumas' Handbuch der angewandten Chemie (Bd. VII p. 693) giebt, in einem Monate, Kuhhäute in zwei Monaten und Ochsenhäute in drei Monaten gar werden.

5) Eine Anwendung von mechanischem Druck findet ebenfalls zuweilen statt, so nimmt Jones von Zeit zu Zeit die Häute aus der Gerbeflüssigkeit, breitet sie auf ein durchlöchertes Brett aus und führt sie so unter einer Walze weg. Rossiter befreit von Woche zu Woche die Häute unter einer kräftigen Presse von der erschöpften Gerbeflüssigkeit. Nach der von Cox und Herapath angegebenen Methode läßt man die Häute von Zeit zu Zeit durch Walzwerke laufen.

6) Der hydrostatische Druck ist in neuerer Zeit öfters zur Beförderung des Eindringens der Lohbrühe in die Häute angewendet worden. W. Drake näht zwei Häute mit den Narbenseiten auf einander zu einem Sack zusammen, der mit Lohbrühe gefüllt und zwischen zwei hölzerne Gitter gelegt wird, deren Stäbe der Haut als Widerlager dienen, und erwärmt die Luft des Lokales auf etwa 65°. Cogswell breitet die Haut auf eine Lage Sägespäne dergestalt aus, daß die Mitte tiefer, die Ränder höher zu liegen kommen; den so gebildeten Bausch füllt man mit Lohbrühe, welche langsam durch die Haut sickert. Chaplin stellt die aus Häuten gebildeten und mit Lohbrühe gefüllten Säcke einfach auf eine Rinne zum Abziehen der durchsickernden Flüssigkeit hin und läßt nur von Zeit zu Zeit die Säcke wenden, um einen überall gleichmäßigen Druck zu erhalten.

Nach Sautelet befestigt man je zwei Häute durch Bügel und Schrauben zwischen drei Rahmen, in solcher Art, daß sie die einander gegenüberstehenden breiten Seitenwände eines kastenförmigen Raumes bilden, dessen beide andere schmale Seiten, so wie der Boden und die Decke, von dem mittleren Rahmen ausgemacht werden. Durch ein in der Decke des Kastens befindliches Rohr läßt man aus einem höher gelegenen Reservoir die Gerbebrühe eintreten, welche nun durch hydrostatischen Druck durch die Häute hindurchgepreßt wird. (Eigenthümlich ist bei Sautelet's Verfahren, daß man, nachdem zunächst die Gerberbrühe auf die Haut gewirkt hat, eine Leimlösung hindurch gehen läßt, wodurch im Innern der Haut noch eine lederartige Substanz entstehen soll; nach der Leimlösung wendet man wieder Gerbebrühe an). Dasselbe Verfahren ist auch von Spilsbury beschrieben worden.

7) Durch Punktation. Snyder sucht den Gerbstoff dem Innern der Haut dadurch zugänglicher zu machen, daß er eine Seite der Haut, die Aasseite oder die Narbenseite vor dem Gerben auf einer Maschine mit Nadelstichen durchbohrt und so gewissermaßen künstliche Poren herstellt. Die Versuche von Knapp (1857) haben gelehrt, wie irrationell Snyder's Vorschlag ist, indem die Haut so durchdringlich und in dem Grade den Gerbestoffen zugänglich ist, daß ein Stück einer Kalbshaut in eine syrupsdicke ätherische Lösung von Gerbstoff gelegt, in höchstens einer Stunde völlig gar und ausgerbt ist.

8) Den luftverdünnten Raum zur Beförderung des Eindringens der Gerbebrühe in die Haut benutzten zuerst Knowly und Knesbury, indem sie die Häute in ein verschließbares Gefäß bringen, dessen Luft durch eine Luftpumpe ausgepumpt wird und in welches dann die Gerbeflüssigkeit kommt. In neuester Zeit hat Knoderer sich von Neuem auf das Princip des luftverdünnten Raumes als Mittel zum Schnellgerben geworfen. Combinirt man nach der von ihm beschriebenen Methode [1]) die drei Mittel: die Luftverdünnung, welche die Zellen der Haut ausdehnt und zugleich die Zersetzung des Gerbstoffes durch die atmosphärische Luft verhindert; die Bewegung, welche die Auslaugung der Lohe beschleunigt und ein stetiges Auswalken der Häute bewirkt und endlich die Wärme, als unvermeidliche Folge der Bewegung, welche die Lederbildung wesentlich befördert, so erzielt sich eine bedeutende Zeitersparniß, wie nachstehende Tabelle zeigt:

---

[1]) Knoderer, Bayr. Kunst- und Gewerbeblatt 1858 p. 660.

Zeitdauer des Gerbens mittelst des luftleeren Raumes in der Grube.		Zeitdauer des Gerbens mittelst des luftleeren Raumes, in Verbindung mit der Einwirkung einer rotirenden Bewegung u. der sich hieraus ergebenden Hitze.	
Kalbfelle	von 6 bis 10 Tagen	Kalbfelle	von 4 bis 7 Tagen
Roßhäute	„ 35 „ 40 „	Roßhäute	„ 14 „ 18 „
Leichte Kuhhäute . .	„ 30 „ 35 „	Leichte Kuhhäute . .	„ 12 „ 16 „
Kuhhäute mittlerer Sorte	„ 40 „ 45 „	Kuhhäute mittlerer Sorte	„ 18 „ 20 „
Starke Kuhhäute . .	„ 50 „ 60 „	Starke Kuhhäute . .	„ 22 „ 30 „
Rindshäute leichter und mittlerer Sorte . .	„ 50 „ 60 „	Rindshäute leichter und mittlerer Sorte . .	„ 22 „ 30 „
Rindshäute und Stierhäute erster Qualität	„ 70 „ 90 „	Rindshäute und Stierhäute erster Qualität	„ 35 „ 40 „

Bei jeder der beiden Methoden ergiebt sich gleichmäßig eine Ersparniß an Rinde von 75 Proc.

§. 16.

Knapp's Beiträge zur Theorie der Gerberei.

Das gare Leder besteht aus Hautsubstanz und aus Gerbstoff. Bis auf die neueste Zeit neigten sich die meisten Techniker der Ansicht zu, als sei das Leder einfach eine chemische Verbindung der beiden genannten Körper. Wäre dies der Fall, so müßten, sagt Knapp, andere leimgebende Thierstoffe eben so gut Leder bilden, wie Hautsubstanz, was aber nicht der Fall ist. Durch Salzsäure von der Knochenerde befreite und dann ausgewaschene Knochen, ferner Fasern bilden, mit Gerbebrühe zusammengebracht, keine dem Leder nur irgend ähnliche Substanz. Andererseits zeichnen sich bekanntlich die Salze der Thonerde und des Eisenoxydes durch die Eigenschaft aus, Haut in Leder zu verwandeln, obgleich sie den Leim nicht niederschlagen. Ebenso besitzen ja auch gewisse Fette und fettsaure Metalloxyde (Metallseifen) lederbildende Eigenschaften. Verbindet sich ein organisirter Körper, wie im vorliegenden Falle die Hautfasern mit einem anderen chemisch, so verliert wohl durchweg der organische Körper seine histologische Form und die Verbindung ist nicht mehr faserförmig. Beim Gerben nehmen wir aber wahr, daß die anatomische Structur der Faser keine Veränderung leidet, daß eine Verbindung der Faser mit Gerbstoff, wie es scheint, nicht nach stöchiometrischen Verhältnissen vor sich geht, und daß das auf der Faser fixirte Gerbemittel sich wie chemisch nicht gebunden verhält, die Gerbsäure der Haut wird wie die freie Gerbsäure durch Eisensalze geschwärzt, durch alkalische Lösungen bei Zutritt der Luft unter Bildung von Humussubstanzen auch geschwärzt 2c. Das durch verdünnte alkalische Flüssigkeiten von der Gerbsäure befreite Leder läßt sich durch Kochen in Wasser vollständig in Leim überführen. Durch langes

Wagner

Theorie und Praxis der Gewerbe.

Hand- und Lehrbuch

der

Technologie.

Für Geschäftsmänner zum Selbstunterricht und zum Gebrauche an Universitäten und technischen Lehranstalten.

Von

Dr. Johannes Rudolf Wagner,

Professor der Technologie an der Universität Würzburg.

Fünfter Band.

Mit 199 Holzschnitten.

Leipzig

Verlag von Otto Wigand.

1864.

Inhalt.

Gerberei.

Leimfabrikation.

Phosphorfabrikation.

Zündrequisiten.

Verarbeitung des Kautschuks und der Guttapercha.

Firnißbereitung.

Kitte.

Die Leuchtmaterialien und die Beleuchtung.

Zusätze zu Band I.

Zusätze zu Band II.

Gerberei, Leim- und Phosphorfabrikation,

Zündrequisiten, Firniss und Kitt,

Verarbeitung

des

Kautschuks und der Guttapercha.

Die Gerberei.[1])

§. 1.

Allgemeines und Geschichtliches.

Der Zweck der Gerberei ist die Ueberführung der Haut (hauptsächlich der der Säugethiere) in Leder[2]) (cuir, *leather*), d. h. in die bekannte Substanz, welche bei genügender Festigkeit, Biegsamkeit und Geschmeidigkeit, sich von

---

[1]) Literatur: Ignatz Bautsch, Ausführliche Beschreibung der Lohgerberei, Dresden 1793; C. von Meidinger, Abhandlung über die Lohgerberei, Leipzig 1802; S. F. Hermbstädt, Chem. technolog. Grundsätze der gesammten Ledergerberei, Berlin 1805; Leuchs, Verbesserungen in der Ledergerberei, Nürnberg 1828; Das Ganze der Lohgerberei, Ulm 1823; Philipps, the art of tanning etc., London 1780; Prechtl, technolog. Encyclopädie, Bd. IX p. 233 Artikel „Leder" (zum großen Theile ein Auszug aus Hermbstädts Grundsätzen); Pelzer, Handbuch der Lederfabrikation, Essen 1837; Bichon, Lehrbuch der Sohlledergerberei, Berlin 1845; Dumas, Handbuch der angewandten Chemie, Bd. VII p. 664—715; C. H. Schubarth, Handbuch der technischen Chemie, Berlin 1851, Bd. III p. 889—503; S. F. Hermbstädt, Grundriß der Technologie, Berlin 1830, B. II p. 61—117; Bernoulli, Handbuch der Technologie, Basel 1840, Bd. II p. 109—133; J. Girardin, Leçons de chimie élémentaire, Paris 1861, Tome I p. 730—737; Ure, Dictionary of arts, manufactures etc., London 1861, Vol. II p. 674—697; F. Knapp, Lehrbuch der chemischen Technologie, Braunschweig 1847, Bd. II p. 518—595; F. Knapp, Ueber Natur und Wesen des Leders, München 1858 (mein Jahresbericht 1858 p. 521). Die neuen Leistungen und Fortschritte der Lederfabrikation sind zusammengestellt in Wagner, Jahresbericht der chemischen Technologie 1855 (p. 349—359), 1856 (p. 356—366), 1857 (p. 416—418), 1858 (p. 511—539), 1859 (p. 573—575), 1860 (p. 529—537), 1861 (p. 624—631). Für die Praxis der Gerberei ist ferner noch zu nennen die in Berlin erscheinende Gerbezeitung.

[2]) Gerben oder Gärben in der allgemeinen Bedeutung des Wortes heißt einen Rohstoff der Art bearbeiten, daß derselbe veredelt und zum speciellen technischen Gebrauche geeignet erscheint, so spricht man nicht nur vom Gerben der Haut zu Leder, sondern auch vom Gerben des Stahles (vrgl. Bd. I p. 71), wenn man den Rohstahl durch wiederholtes Ausschmieden raffinirt, sagt ferner der Kupferschmied, er habe das Kupfer gegerbt, wenn er eine Platte desselben so ebnet und glättet, daß sie für die Zwecke des Kupferstechers brauchbar wird.

der enthaarten Haut dadurch unterscheidet, daß sie der Fäulniß in hohem Grade widersteht und beim Kochen mit Wasser entweder nicht (wie das lohgare Leder) oder nur nach längerer Zeit (wie das alaungare Leder) in Leim verwandelt werden kann. Der Proceß der Ueberführung der enthaarten und vorbereiteten Haut, der sogenannten Blöße, in Leder, ist, so verschieden auch die in der Praxis angewendeten Mittel sein mögen, im Wesentlichen ein auf physikalische Principien zurückzuführender. In seinem weiteren Begriffe ist nach der Definition von F. Knapp Leder nichts als Haut, in welcher man durch irgend ein Mittel das Zusammenkleben der Fasern beim Trocknen verhindert hat.

Zu welcher Zeit und auf welche Weise die Kunst der Ueberführung der Thierhaut in Leder erfunden worden ist, welche Völker sich vorzugsweise mit der Lederfabrikation beschäftigt haben, darüber fehlen alle bestimmten Nachrichten. In den Schriften der Alten ist überall bereits vom Leder die Rede, fast nirgends aber von der Art und Weise seiner Bereitung. Nach den Angaben von Plinius gerbten die Gallier mit aus Birkenrinde gewonnenem Bitumen, wie es noch heutzutage die Russen bei der Fabrikation des Juchtenleders ausführen. Das Pergament aus Ziegen- und Schaffellen fand bereits zur Zeit des Herodots zum Schreiben Anwendung und schon Ptolomäus Philadelphus bewunderte die Feinheit der Häute, auf welche die griechische Bibelübersetzung geschrieben war. Die gewöhnliche Annahme, daß die Kunst Pergament zu machen, zu Pergamus in Kleinasien erfunden sei, scheint eine irrthümliche zu sein, obwohl die Fabrikation des Pergaments dort vielleicht verbessert wurde, und zwar zu der Zeit, als man dem König Eumenes das Papier aus Aegypten vorenthielt, welches derselbe zur Anlegung einer Bibliothek von dorther verlangte. Ueber die Entstehung der Roth- oder Lohgerberei ist nichts zuverlässiges bekannt; gewöhnlich nimmt man an, daß dieselbe aus dem Orient nach Europa gekommen sei, obgleich dies mit Sicherheit nur für den Saffian anzunehmen ist, welcher in Europa erst mit dem Anfang des 18. Jahrhunderts bekannt wurde. Der dem Saffian ähnliche Corduan, eine mittelst Eisenlohe gegerbte, aus Bock- und Ziegenfellen bereitete Lederart, kommt schon im eilften Jahrhundert vor; von ihm wurden die Schuhmacher Cordobanarii oder Cordonniers genannt. Man glaubt, daß jenes Leder seinen Namen der Stadt Corduba in Syrien verdanke, doch scheint die Kunst, es zu verfertigen, durch die Mauren aus Afrika nach Spanien gekommen zu sein. Das alaungare Leder wurde schon gegen 1550 in Frankreich dargestellt.

Die Gerberei war bis auf die neueste Zeit ein empirisches Gewerbe und erst durch die genaue Kenntniß der Anatomie der Haut, das Studium

des Gerbstoffes und überhaupt der Gerbematerialien hat man die Grundlage geschaffen, die da sein mußte, ehe man an eine Erforschung des Wesens des Gerbeprocesses denken konnte. Das, was man in letzterer Hinsicht weiß, verdankt man den ausgezeichneten und lichtvollen Untersuchungen Fr. Knapp's.

Nicht die Haut im weiteren Sinne des Wortes ist es, die der Gerber verarbeitet, sondern die gereinigte Haut oder die Blöße, mit anderen Worten die auf chemischem und mechanischem Wege von den meisten übrigen Gebilden und Stoffen möglichst befreite Lederhaut (Corium). Die Blöße erscheint im feuchten Zustande als ein weißes, weiches und geschmeidiges Gewebe, das unter dem Mikroskope als aus farblosen, durchsichtigen, durch Gabelung vielfach verästelten, im Allgemeinen der Hautoberfläche parallel laufenden Fasern besteht. Während des Trocknens schrumpft die Blöße zu einer hornartigen, durchscheinenden, anscheinend structurlosen, homogenen Masse ein, welche durch Maceration in Wasser wieder zu der geschmeidigen Haut aufschwillt. Läßt man die Blöße längere Zeit im Wasser liegen, so ist ein fauliger Geruch und ein Schwinden ihrer Substanz zu bemerken, welche Merkmale der Fäulniß nach und nach zunehmen, bis endlich vollständige Fäulniß eintritt.

Das Gerben in seiner allgemeinsten Bedeutung soll nun zweierlei bewirken, nämlich

1) die Neigung der Haut zu faulen möglichst aufzuheben,

2) der Haut die Eigenschaft zu ertheilen, nach beendigtem Trocknen nicht mehr als hornartige Masse, sondern als wahrnehmbar fasriges, nicht durchscheinendes und mehr oder weniger geschmeidiges Gewebe aufzutreten.

Eine Haut, welche diese Eigenschaften zeigt, wird mit dem Namen „gar" bezeichnet und der von dem Wort gar abgeleitete Ausdruck Gerben drückt sehr gut aus, daß es sich bei dem Gerbeprocesse zuvörderst um die Gare handelt, gleichviel ob dieselbe durch dieses oder jenes Mittel erreicht worden sei. Auf die Herstellung der Gare der Haut sind zwar alle Hauptarbeiten, nämlich das Reinmachen der Haut (oder die Herstellung der Blöße), das eigentliche Gerben und das Zurichten des Leders, von Wichtigkeit, doch ist der Einfluß der Gerbung (im engern Sinne) vorherrschend. Das eigentliche Gerben kann mit einer großen Anzahl organischer und unorganischer Stoffe ausgeführt werden; im Großen haben sich jedoch nur einige dieser Substanzen als vortheilhaft erwiesen, diese sind

1) die Gerbsäure in der Loh- oder Rothgerberei (tannage, *tanning*);

2) Alaun und Kochsalz in der Alaun- oder Weißgerberei (mégisserie, *tawing of skins*);

3) Fett in der Sämisch- oder Oelgerberei (chamoiserie, *chamoisery;* der Engländer nennt das sämischgare Leder *shamoy or oiled leather*[1]).

§. 2.

Die Anatomie der Thierhaut.

Die Haut der Säugethiere besteht, wenn man von den Haaren absieht, aus mehreren Schichten. Die obere, sehr dünne, von den Haaren durchdrungene Bedeckung, die Oberhaut oder Epidermis, ist halb durchsichtig und aus mit Kernen versehenen Zellen gebildet, und umfaßt als äußerste Lage die Hornschicht, ein abgestorbenes, an dem Lebensproceß nicht mehr concurrirendes Gewebe, welches in Folge der Abnutzung, der die Körperoberfläche ausgesetzt ist, abgestoßen und durch das darunter liegende Malpighi'sche Netz, eine noch lebende, aus mit Flüssigkeit angefüllten und kernhaltigen Zellen bestehende Schicht, ersetzt wird. Letztere Haut (die Schleim- oder Netzhaut) stellt den Apparat für die Hautausdünstung und für den Tastsinn dar und bildet die sogenannte Narbe (fleur) auf der Haarseite des Felles. Endlich findet sich eine weit dickere Lage eines nicht mehr aus Zellen- sondern aus Bindegewebefasern bestehenden Gewebes, die Lederhaut (corium, derma) genannt, welches die intermediäre Haut und die eigentliche Lederhaut umfaßt. Sie ist das eigentliche Substrat der Lederbereitung. Unter dem Corium liegt das Unterhautzellgewebe oder die Fetthaut; diese Seite der Haut bildet die Aas- oder Fleischseite. Die Haare sind reine Epidermisgebilde und sitzen in dem Corium nur mittelbar, unmittelbar aber in einer in das Corium tief hineinragenden Einstülpung der Oberhaut.

Alle Bestandtheile der Haut, die Zellen der Epidermis, wie die Bindegewebefasern des Coriums und das Gewebe der Unterhaut, haben das mit einander gemein, daß sie in kochendem Wasser aufschwellen, gallertartig werden und durch fortgesetztes Kochen in Leim übergehen. Die Schnelligkeit, mit welcher die Umwandlung der Haut in Leim erfolgt, ist verschieden bei den Häuten verschiedener Thiere, indem die Leimbildung bei Häuten großer und

[1]) Was die englischen Bezeichnungen im Fache der Gerberei anlangt, so ist zu empfehlen: Catalogue of the collection of animals products, South-Kensington-Museum, London 1861, p. 65—75.

ausgewachsener Thiere schwieriger und langsamer erfolgt, als bei den Häuten kleiner und junger Thiere. Die Zellen der Schleimschichten der Oberhaut lösen sich bei der Digestion in Essigsäure nach einiger Zeit auf, mit großer Schnelligkeit lösen sie sich dagegen in Laugen (Natronlauge, Aetzammoniak). Die Bindegewebefasern gehen durch fortgesetzte Einwirkung von Essigsäure in eine durchscheinende Gallerte über, in welcher jedoch die Fasern in ihrer ursprünglichen Textur enthalten sind, denn wenn man die Essigsäure durch Auswaschen mit Wasser entfernt oder mittelst Ammoniak sättigt, so kommt die Structur der Fasern wieder zum Vorschein. Verdünnte Schwefelsäure und Salzsäure verhalten sich wie Essigsäure. Alkalische Laugen lösen die Fasern des Bindegewebes ebenfalls auf, die Formfasern des Bindegewebes leisten den Säuren und Laugen längere Zeit Widerstand. Kalk- und Barytwasser verändern die morphologische Eigenschaft des Bindegewebes nicht, wie neuere Untersuchungen von Rollett (1858) dargethan, lockern aber den festen Zusammenhang desselben und gestatten die Isolirung fasriger Formelemente aus demselben. In das Kalk- und Barytwasser geht ein Eiweißkörper in Lösung, an dessen Anwesenheit im Bindegewebe das feste Aneinanderkleben der leimgebenden Formelemente geknüpft ist. Der nämliche Eiweißkörper wird auch von verdünnten Mineralsäuren angegriffen.

Auf das eigenthümliche Verhalten der Hauptformelemente der Haut zu alkalischen und sauren Flüssigkeiten gründen sich theilweise die vorbereitenden Operationen der Gerberei. Der Proceß des Gerbens selbst beruht dagegen auf dem Verhalten des Coriums zu Agentien anderer Art und Wirkungsweise. Die Bindegewebefaser geht nämlich mit dem Tannin (oder der Gerbesäure), verschiedenen Metalloryden wie der Thonerde, dem Eisenoryd, dem Chromoryd, ferner mit orydirtem Fett, dann mit fettsauren Metalloryden (unlöslichen Metallseifen), endlich mit Pikrinsäure, Pininsäure (aus Colophonium) und gewissen andern organischen Substanzen Verbindungen ein, ähnlich wie die Thier- und Pflanzenfaser mit den Farbstoffen. Alle diese Agentien, Gerbematerialien oder Gerbemittel genannt, haben die Bestimmung, sich auf die Bindegewebefaser niederzuschlagen, dieselbe einzuhüllen und so das Zusammenkleben der Faser beim Trocknen zu verhindern. Einige Gerbematerialien, wie das Tannin, hüllen die Faser dergestalt ein, daß ein Zusammenkleben vollkommen unmöglich wird und die Haut beim Trocknen ohne weiteres Zuthun sogleich geschmeidig auftritt; bei andern Gerbemitteln, wie bei den Thonerdeverbindungen geht zwar ein Zusammenkleben vor sich und die Haut erscheint nach dem Trocknen dicht und hornähnlich, der Zusammenhang der Fasern ist aber kein inniger und die Haut kann durch Ziehen und Dehnen (durch das sogenannte Stollen) vollständig die Eigenschaften des Leders erlangen.

Wir beschreiben im Folgenden:

I. Die Roth- oder Lohgerberei;

II. Die Alaun- oder Weißgerberei;

III. Die Oel- oder Sämischgerberei,

welcher sich

IV. Die Pergamentfabrikation

anschließt.

I. Die Roth- oder Lohgerberei.

§. 3.

Gerbematerialien.

Die Roth- oder Lohgerberei (tannage, *tanning*), die sich mit der Umwandelung der Haut in roth- oder lohgares Leder befaßt, verwendet als Materialien gerbstoffhaltige Vegetabilien und Häute.

Was die gerbstoffhaltigen Vegetabilien betrifft, deren sich der Gerber bedient, so enthalten dieselben durchgängig als wesentlichen Bestandtheil einen abstringirenden Stoff, Gerbsäure, Tannin oder Gerbstoff genannt, welcher in den verschiedenen Pflanzen verschieden ist, aber sich dadurch charakterisirt, daß er sauer reagirt, zusammenziehend schmeckt, mit Eisenoxydsalzen eine schwarze oder grüne Färbung giebt, Leimlösung fällt und Thierhaut in Leder verwandelt. Von dem Galläpfelgerbstoff ist es erwiesen, daß er sich durch Säuren und durch Gährung in Zucker und in Gallussäure spaltet, welche letztere zur Lederfabrikation nicht mehr geeignet ist. Die Gerbsäure der Eichenrinde scheint nicht gespalten werden zu können, ein für die Zwecke der Gerberei wichtiger und dieselben begünstigender Umstand; letztere Säure liefert demnach auch keine Gallussäure, und eben so wenig bei der trocknen Destillation Pyrogallussäure, das Product der Zersetzung der Gallussäure. Jede Gerbsäure wird durch alkalische Flüssigkeiten (Kalkwasser, Kalilauge, Ammoniak) bei Luftzutritt unter Bildung von braunen Humussubstanzen sofort zerstört.

Das wichtigste und durch nichts zu ersetzende Gerbematerial ist die Eichenrinde (Eichenborke), worunter man die innere, zwischen der äußern Rinde und dem Splint befindliche Rinde mehrerer Eichenarten, namentlich Quercus robur und Q. pedunculata versteht. Im westlichen und südlichen Deutschland befinden sich Eichenschälwaldungen, in welchen die Ausschläge in 9—15jährigem Alter zur Gewinnung der besseren dünnen Rinde, der sogenannten Spiegelborke, geschlagen werden. Die zerkleinerte Eichenrinde führt den Namen Lohe (tan, *groundbark tan*). Nach neueren Bestim-

mungen von E. Wolff (in Hohenheim) finden sich in der Eichenrinde folgende Mengen Gerbstoff:

				Alter der Stämme im Jahre
In der rauhen Rinde mit Borke	fanden sich	10,86	Proc. Gerbstoff	41—53
„ „ Bastschicht der alten Rinde	„ „	14,43	„ „	41—53
„ „ Glanzrinde	„ „	13,23	„ „	41—53
„ „ rauhen Rinde u. Glanzrinde	„ „	11,69	„ „	41—53
„ „ Bastschicht und Glanzrinde	„ „	13,92	„ „	41—53
„ „ Glanzrinde	„ „	13,95	„ „	14—15
„ „ Glanzrinde	„ „	15,83	„ „	2—7

C. Fraas (in München) fand darin 8,6 bis 18 Proc. Gerbstoff. Alte und junge Rinden von derselben Art gaben nahezu gleiche Mengen von Gerbstoff, der Gerbstoff der alten Rinde war aber von geringerer Qualität und durch Korksubstanz, Farbstoffe, Incrustationsmaterie und dergl. zu sehr verdünnt. Der Gerbstoffgehalt der Eichenrinde unterliegt demnach großen Schwankungen, welche wohl durch Lage der Waldung, durch Klima, Schälzeit und Schälart hervorgerufen werden. Der Gerbstoff der Eichenrinde ist, trotz seiner außerordentlichen Wichtigkeit, noch fast gänzlich unbekannt. Die Eichenrinde ist besonders wirksam beim Gerben des Sohlenleders.

Die Fichtenrinde (gewöhnlich von Pinus sylvestris, doch, wiewol in Deutschland seltener von P. larix und P. canadensis[1]) ist eines der vorzüglichsten Gerbematerialien, welches bei Erzeugung des Sohlenleders in Süddeutschland (in Bayern besonders in Passau) häufig verwendet wird. Man schält in den Fichtenwäldern die Mittel- und kleinen Bauhölzer sofort nach dem Fällen ab. J. Feser (in München) fand in der Fichtenrinde folgende Mengen Gerbstoff:

Bestand	Alter	Boden	Gerbstoff-Procent-Gehalt.
geschlossener Bestand	18 Jahre	sandiger Lehm	5,00
„	25 „	„	12,20
„	35 „	„	13,00
„	35 „	„	15,00
„	35 „	„	9,60
„	35 „	„	7,00
„	55 „	„	8,80
„	55 „	„	5,00
freier Bestand	55 „	„	11,00
unterdrückter Bestand	55 „	„	8,00
„	120 „	Kalkboden	12,20

[1]) Die Rinde von Pinus canadensis findet unter dem Namen „hemlock bark“ in der Union allgemeine Anwendung in der Gerberei.

Fraas fand in Rinde von 20—30jährigen Stämmen 7,99 Proc. Gerbstoff, von 30—40jährigen 7,45 Proc., von 40—50jährigen 10,66 Proc., von 80—100jährigen 8,67 Proc. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die Rinde von 40—50jährigen Fichtenstämmen am gerbstoffreichsten ist.

In Steiermark und Oberösterreich wendet man anstatt der Fichtenrinde die Tannenrinde (mit 4—8 Proc. Gerbstoffgehalt), in Ungarn und an der Militärgränze die Erlenrinde (mit 3—5 Proc. Gerbstoffgehalt) an. Die Ulmenrinde (mit 3—4 Proc. Gerbstoff), die junge Roßkastanienrinde (mit etwa 2 Proc. Gerbstoff) und die Buchenrinde (mit 2 Proc. Gerbstoff) finden hie und da ebenfalls zum Gerben Anwendung. Die meisten Gattungen der Weide liefern von den jüngeren Zweigen eine zum Gerben des Leders, namentlich desjenigen, welches zu den sogenannten dänischen Handschuhen verarbeitet wird, sehr brauchbare Rinde (der Gerbstoffgehalt beträgt 5—7 Proc.). In Rußland wird die Rinde der Sandweide zur Bereitung des Juften angewendet.

Von den vielen einheimischen gerbstoffreichen Pflanzen, die zum Anbau sich eignen, ist besonders Polygonum bistorta beachtenswerth, welches, wie die Untersuchungen von C. Fraas zeigen, 17—21 Proc. Gerbstoff enthält. Auf 1 Hektare Land könnten von der genannten Pflanze geerntet werden

an Wurzeln	48 Centner	oder	240	Kilogramm	Gerbstoff
an Blättern	48	„	96	„	„
an Abfällen	24	„	192	„	„
		Im Ganzen	708	Kilogramm	Gerbstoff.

Es wären mithin im Jahre über 14 Centner Gerbstoff zu erhalten. Wenn nun der Centner Gerbstoff in der Eichenspiegelrinde (einen durchschnittlichen Gehalt von 15 Proc. angenommen) 33 fl. 20 kr. kostet, so wäre dies ein Rohertrag von 476 fl. 20 kr.

Die Tormentilla erecta zeichnet sich durch einen hohen Gerbstoffgehalt aus (nach Fraas 20—23 Proc.), eignet sich aber nicht zum Anbau. Die Traubenstiele, welche nach Wagner 6,2—7,3 Proc. Gerbstoff enthalten, verdienen für Gerberzwecke in weinbauenden Gegenden Beachtung.

§. 4.

Nächst der Eichen- und Fichtenrinde ist der Sumach oder Schmack eines der am häufigsten angewendeten Gerbematerialien, welches jährlich in sehr bedeutenden Mengen aus Syrien, Palästina und Südeuropa, besonders Spanien, Portugal, Sicilien und dem südlichen Frankreich, neuerdings auch aus Nordamerika und Algerien importirt wird. Er besteht aus den Blättern

und Blattstielen eines Strauches, des sogenannten Gerber-Sumachs (Rhus coriaria und Rh. typhina), welcher in den genannten Ländern theils wild wächst, theils besonders angebaut wird. Man sammelt die Wurzelschößlinge, welche im Monat Juni in die Erde gelegt werden, und im dritten Jahre bereits so weit gediehen sind, daß die Stengel und Blätter derselben abgehauen werden können. Die abgehauenen Stengel und Blätter werden dann getrocknet, und hierauf die Blätter mit den Blattstielen mittels Stöcken abgeschlagen. Die abgeschlagenen Blätter und Blattstiele werden zwischen Mühlsteinen zermalmt, gesiebt und in Säcke verpackt in den Handel gebracht. Der Sumach kommt im Handel nie anders als gepulvert vor und zwar in Gestalt eines gröblichen Pulvers von bald gelbgrüner, bald graugrüner Farbe. Er enthält 12 bis 18 Proc. Gerbsäure, in lange Zeit aufbewahrten Sumach ist der Gerbstoff in Folge einer freiwilligen Gährung zum großen Theile in Gallussäure und Traubenzucker umgesetzt (Stenhouse). Neben der Gerbsäure findet sich in dem Sumach noch ein gelber Farbstoff, welcher mit dem Quercitrin (vrgl. Bd. IV. p. 488) identisch zu sein scheint. Man unterscheidet im Handel folgende Sorten Sumach, welche zugleich in der Reihenfolge der Abstufungen der Qualität entsprechen:

1) Sicilianischer Sumach kommt in zwei Sorten vor. Die beste Sorte ist der Alcamo oder Carini, ein mehr oder weniger feines, von allen Holztheilen durch Absieben befreites gelbgrünes Pulver von angenehmem, an Veilchen erinnernden Geruche und stark zusammenziehendem Geschmack. — Die zweite Sorte ist mehr röthlichgelb, von schwächerem Geruch und minder adstringirendem Geschmack. — Beide Sorten kommen in Leinwandballen von 50—60 Kilogr. Gewicht im Handel vor;

2) Spanischer Sumach findet sich in drei Sorten; die beste Sorte ist der Sumach von Malaga oder Priego, ein feines Pulver mit vielen Holztheilchen und oft mit Samen der Pflanze untermengt, ist weit heller von Farbe als der sicilianische Sumach und besitzt einen starken, an Thee erinnernden Geruch. Die andern beiden Sorten, Molina und Valladolid, erscheinen als weit blasser von Farbe, enthalten mehr Holztheile und sind überhaupt weit unreiner. Die Säcke, in denen der spanische Sumach versendet wird, haben ein Gewicht von 50—60 Kilogr.

3) Der portugiesische Sumach (von Porto ausgeführt) ist dem von Malaga ähnlich, erscheint aber als minderfeines, gelblichgrünes Pulver, enthält weit mehr und weniger zerquetschte Holztheile und außerdem auch nicht selten Sand. Er kommt in Ballen von 50—60 Kilogr. Gewicht in den Handel.

4) Der italienische Sumach ist ein körniges, dunkelgrünes Pulver,

das weder Holztheilchen noch wahrnehmbare Stielreste enthält und dessen Geruch an lohgares Leder erinnert. Er hat nicht größeren Werth als der französische;

5) Der französische Sumach kommt in vier Sorten vor. Die beste Sorte ist der Fauvis, der in seinen Eigenschaften dem sicilianischen am nächsten steht und oft unter diesem Namen verschickt wird; er ist von matterer Farbe, von stärkern aromatischem Geruch, läßt sich aber nicht lange aufbewahren. Er kommt aus der Umgegend von Brignolles bei Marseille. Die beiden Sorten Donzère (von den Ufern der Rhone) und Pudis (aus dem südlichen Frankreich), finden nur in der Färberei, nicht zum Gerben Anwendung. Die vierte Sorte, Redoul oder Redon genannt, ist von graugrüner Farbe und rührt von keiner Sumachart, sondern von Coriaria myrtifolia her, die unter dem Namen Gerberkraut im Süden Frankreichs gebaut wird. Letztere Sorte ist von krautähnlichem Geruch und wird wenig geschätzt.

Nicht zu verwechseln mit dem Sumach ist der unächte Sumach, auch venetianischer und italienischer Sumach genannt, welcher aus den gemahlenen und gestampften Blättern, jungen Zweigen und der Rinde des Perückenbaumes (Färbersumach, Rujastrauches, Skumpina, Rhus cotinus, von welchem auch das Bd. IV p. 488 abgehandelte Visecholz stammt) besteht. Der Rujastrauch ist im Banat, in der Militärgrenze, in Siebenbürgen und Illyrien und selbst in der Gegend von Wien heimisch. Die größte Menge des venetianischen Sumachs wird in Ungarn und in der Türkei zum Gerben gebraucht. In Tyrol gerbt man damit Ziegen-, Schaf- und leichte Kalbsfelle, und nennt dort das Pulver Rausch.

In Schweden und Norwegen bereitet man Sumach aus den Blättern des Bärentraube (Arbutus oder Arctostaphylos uva ursi). In Algerien verwenden die arabischen Gerber zum Färben des Maroquins den Sumach oder Tezera (Rhus pentaphyllum).

Ein anderes Gerbematerial sind die Dividivi oder Libidibi, flache, etwa 6 Centimeter lange, Sförmig gebogene, etwas rauhe, braunrothe Schoten, die glatte, eiförmige, glänzende, olivengrüne Samen enthalten und von einem in Caraccas und Maracaibo und auf mehreren Inseln der Antillen wachsenden Baume, des Caesalpinia oder Poinciana coriaria herrühren. Sie wurden zuerst im Jahre 1768 von den Spaniern nach Europa gebracht und statt der Knoppern für Gerberzwecke empfohlen. Der in der äußern Rinde der Schote enthaltene Gerbstoff — Müller (in Berlin) fand in den Schoten über 49 Proc., H. Fleck 32,4 Proc., R. Wagner 18—25 Proc. — macht zwar die Dividivi zu einem brauchbaren, doch theuern Gerbematerial

geeignet, doch werden sie zuweilen in der Färberei (namentlich zum Schwarzfärben der Seide, vrgl. Bd. IV p. 529) benutzt. Dasselbe gilt von dem Bablah oder dem indischen Gallus[1]), den Schoten der in Ostindien wachsenden Acacia Bambolah; es giebt davon mehrere Sorten, die von Acacia arabica, Ac. cineraria und Ac. Sophora gesammelt und in den Handel gebracht werden sollen. H. Fleck fand darin 20,5 Proc. Gerbstoff.

Die Algarobilla, die von Chile eingeführten Samenkapseln von Prosopis pallida (oft mit Rinde gemengt) sind in England versuchsweise zum Gerben angewendet worden. Die aus Ostindien (Bombay) kommenden Myrobalanen (die Früchte von Terminalia citrina, T. Bellirica, T. Chebula) enthalten zu wenig Gerbstoff, um in der Gerberei ausgedehntere Anwendung finden zu können.

§. 5.

Zu den wichtigsten gerbstoffhaltigen Vegetabilien gehören gewisse Producte des Eichbaumes, nämlich die Galläpfel, die Knoppern und die Valonia.

Mit dem Namen Galläpfel (noix de galle, *galls*) bezeichnet man die bekannten kugligen Auswüchse, welche an den jungen Zweigen und Blattstielen verschiedener Eichenarten, namentlich der Quercus infectoria durch den Stich des Weibches der Gallwespe (Cynips gallae tinctoriae) sich bilden, das Insect legt seine Eier in die durch den Stich entstandene Oeffnung, um welche dann bald durch den Ausfluß der Säfte und durch die Erweiterung der Drüsen des Zellgewebes pathologische Anschwellungen entstehen, in welchen die Eier ausgebrütet werden. Man sammelt die Galläpfel zu verschiedenen Zeiten, ehe das Insect darin ausgebildet ist, zu welcher Zeit die Galläpfel am reichsten an Gerbsäure sind, ferner, wenn das ausgebildete Insect anfängt, seine Hülle zu durchbrechen, und endlich zu der Zeit, wo sämmtliche Galläpfel entleert und trocken geworden sind. Darnach unterscheidet man drei Hauptsorten: die schwarzen, die grünen und die weißen Galläpfel. Die schwarzen und grünen Galläpfel heißen die Anschwellungen, die zu der Zeit eingesammelt wurden, als die Gallwespe noch nicht völlig ausgebildet war und vor dem Ausschlüpfen in dem Gallapfel starb; sie zeigen daher außen keine Oeffnung, aber im Innern einen scharf abgegrenzten kugligen Kern, der aus einer hellbraunen zerreiblichen Substanz besteht und in seiner kleinen Centralhöhle die vertrocknete Larve enthält. Die Galläpfel sind gewöhnlich kuglig

---

[1]) Näheres über den Bablah siehe Erdmann, Journal für techn. und ökonom Chemie Bd. I p. 83; v. Minutoli, ibid. Bd. II p. 475.

und oben, seltener an den Seiten, mit unregelmäßigen Höckern besetzt; übrigens sind sie glatt und schwärzlichgrün und wie grau bestäubt; die Höcker sind gewöhnlich hellbraun. Die weißen oder gelben Galläpfel sind eingesammelt worden, nachdem die Gallwespe darin ausgebildet und nach Durchbohrung ihrer Hülle entflohen ist; sie sind durchschnittlich größer und schwammiger als die vorigen und unterscheiden sich von den vorigen durch ihre röthliche oder bräunlichgelbe Farbe; im Innern findet sich nicht nur eine Höhlung, sondern auch eine kleines rundes Loch, welches von der Peripherie des Gallapfels in diese Höhlung führt.

Obschon in allen Ländern Europa's Galläpfel sich bilden, so sammelt man doch nur die aus den südlichen Gegenden, indem die bei uns vorkommenden oft nur 3—5 Proc. Gerbstoff enthalten.

Im Handel kommen zahlreiche Sorten von Galläpfeln vor, welche sich hinsichtlich ihrer Abstammung, ihrer Form und äußeren Kennzeichen und ihres Gerbstoffreichthums wesentlich von einander unterscheiden. Die beiden Hauptsorten bilden die Galläpfel aus Asien und aus Südeuropa. Die asiatischen sind die werthvollsten Sorten, zu ihnen gehören folgende:

a) Mosulische Galläpfel (vom Tigris), b) Aleppische (aus der Umgegend von Aleppo), c) Smyrnaer (aus Natolien), d) Tripolitanische (aus Syrien), e) die Bassora-Galläpfel; die aleppischen sind die gesuchtesten und unter ihnen wieder die Sorte Sorian (oft, obwohl mit Unrecht Surinam genannt), aus kleinen, kirschkerngroßen Galläpfeln bestehend, die beste.

Von den südeuropäischen Sorten sind die gangbarsten:

a) Morea-Galläpfel (aus Griechenland) von Quercus cerris abstammend, b) die italienischen, welche man wieder als apulische (mit den Unterarten Marmoregne, Agostine und Vèrine unterscheidet), Abbruzzo und Istrianer unterscheidet, c) die ungarischen. Sie stammen theils von Quercus cerris, theils von Qu. austriaca und Qu. ilex ab. Die deutschen Galläpfel auf den Blättern von Quercus robur und Qu. pedunculata haben eine schöne rothe Farbe, die beim Trocknen bräunlich wird; sie sind im frischen Zustand schwammig und schrumpfen daher beim Trocknen sehr zusammen.

Die Galläpfel enthalten Gerbsäure und größere oder geringere Mengen Gallussäure. Von der ersteren, die allein den Werth den Galläpfel bedingt, fand Tod

in schwarzen	Smyrna-Galläpfeln		33,74	Proc.
in grünen	„	„	53,74	„ „
in weißen	„	„	60,50	„ „
in schwarzen	Aleppo	„	37,66	„ „
in hellgrünen	„	„	48,55	„ „
in weißen	„	„	58,75	„ „

v. Fehling fand in Aleppo-Galläpfeln 60—66 Proc., H. Fleck 58,71 Proc. Gerbstoff, außerdem 5,9 Proc. Gallussäure.

§. 6.

Von den Knoppern, die den Galläpfeln zunächst stehen, unterscheidet man unnatürliche oder eigentliche Knoppern und natürliche oder orientalische Knoppern.

Die unnatürlichen (oder pathologischen) Knoppern (gallons de Piémont ou de Hongrie, *acom galls*) sind ebenso wie die Galläpfel braune Auswüchse des Eichbaumes, welche durch den Stich einer Gallwespe, Cynips Quercus calycis, entstehen, nur mit dem wesentlichen Unterschiede, daß sie sich nicht auf den Zweigen und Blattstielen, sondern aus dem Saft der jungen Eicheln (aber nicht der Fruchtbecher, wie man früher annahm) bilden. Sie umgeben die Eichel meist nur an einer Seite, seltener ganz. Die Knoppern kommen in dem Handel in unregelmäßigen, unebenen, eckigen, braungelben Stücken bis zu Wallnußgröße vor; an der einen Seite ist die verkümmerte Eichel sichtbar, durch deren Verwundung sie entstanden, oder, falls die Eichel fehlt, die durch sie bewirkte schalenförmige Vertiefung. Sie sind keiner Eichenart besonders eigen, sondern man findet sie in warmen Klimaten an jeder Art. Man sammelt sie besonders in Ungarn, Mähren, Slavonien, Steiermark, Krain und bringt sie in den Handel. Für den ungarischen Knoppernhandel sind die Hauptplätze Fünfkirchen, Pesth und Oedenburg. Auch in Piemont werden Knoppern gesammelt. Ihr Gerbstoffgehalt beträgt nach v. Fehling 30—33 Proc., nach G. Müller 50,5 Proc. Wagner fand in den von den Eicheln sorgfältig befreiten ungarischen Knoppern 38—45 Proc. Gerbstoff. Die Knoppern finden vielfach zur Bereitung von lohgarem Sohl- und Fahlleder Anwendung, welchem sie eine schöne braune Farbe mittheilen. Seit einer Reihe von Jahren kommt auch Knoppernextract im Handel vor.

Die natürlichen (oder physiologischen) Knoppern (gallons du Lévant, avelanède, vallonée, *valonia*), auch Valonia, Acker- oder Eckerdoppen[1]) genannt, sind keine Auswüchse als Folge von Insectenstichen, sondern sind die natürlichen Fruchtbecher der auf griechischen Inseln, in Kleinasien und Syrien vorkommenden Quercus aegilops und Valonia camata. Die großen Fruchtbecher sind durch abstehende, stumpfe oder eckige, sehr große, dicke Schuppen (Bracteen) charakterisirt; sie kommen

[1]) Unter Eckerdoppen versteht man auch zuweilen im Handel die (weit kleineren) Kelche der Knoppereiche.

theils mit, theils und meist ohne Eichel vor. Im letzteren Falle sind sie geschätzter. Ihr Gerbstoffgehalt beträgt 40—45 Proc.; in Valoniamehl, welches durch Mahlen eichelhaltiger Waare erhalten worden war, fand R. Wagner in dem einen Falle 19, in dem anderen 27 Proc. Gerbstoff. England und Frankreich consumiren große Mengen Valonia; Frankreich erhält jährlich über Triest gegen 700,000 Kilogramm.

An die vorstehenden Producte des Eichbaumes schließen sich an die sogenannten chinesischen Galläpfel, die seit dem Jahre 1847 etwa im deutschen Handel sich finden und aus China, Japan und Nepal kommen. Es sind blasige Anschwellungen, welche durch den Stich von Aphis chinensis an einer Sumachart, der Rhus javanica oder Rh. semialata sich bilden und meist länglich walzenförmig, aber auch plattgedrückt, birnförmig, kuglig vorkommen und auf ihrer mit gelblich-grauem Filz bedeckten Oberfläche mancherlei hohle Höcker und Zacken zeigen. Ihre Länge variirt von 3—10 Centimeter und ihre Dicke von 1,5—4 Centimeter; ihre Wände sind dünn, hornartig, durchscheinend und spröde. Sie zeichnen sich durch hohen Gehalt von Gerbstoff aus; es fanden nämlich darin

W. Stein	69	Proc.
A. Buchner	76,9	„
G. Müller	65	„
v. Fehling	70	„
H. Fleck	58,7	„

Seit etwa dreißig Jahren werden in der Gerberei ausländische gerbstoffhaltige Extracte vielfach angewendet, welche in der Medicin unter dem Namen Catechu und Kino längst schon Verwendung finden.

Das Catechu oder Cachou wird durch Auskochen des Kernholzes vom Acacia catechu Willden. (Mimosa catechu L.) in Ostindien und vorzüglich in Bengalen und auf Coromandel, Coliren der Abkochung und Eindampfen bis zur Trockniß bereitet; diese Sorte Catechu (Bombay-Catechu) kommt in ungleich großen und unregelmäßigen, meist quadratischen, unten glatten und oben schwach gewölbten Stücken im Handel vor, die mit Blättern einer Palmenart durchzogen sind. Auf dem Bruche erscheint es fettglänzend von leberbrauner bis schwarzbrauner Farbe. Außen sind die Stücke matt und leicht zerreiblich. Eine andere Catechuart (bengalisches Catechu), die aus den Nüssen von Areca catechu dargestellt werden soll, kommt in großen, unregelmäßigen, kuchenförmigen Brocken, die äußerlich gleichmäßig braun sind und inwendig hellere und dunklere Schichten zeigen, dabei ziemlich schwer und fest sind, im Handel vor. Dem Catechu ähnlich ist das Gambir, ein auf Sumatra, Singapore, Malacca und besonders

der Insel Rhio aus den Blättern und dünnen Zweigen der Uncaria Gambir bereitetes Extract, das zu uns in kleinen, würfelförmigen, trocknen, leichten, zerreiblichen Stücken von erdigem Bruche und zimmetbrauner Farbe kommt. Die Catechusorten lösen sich wenig in kaltem Wasser, fast vollständig in heißem Wasser und in Alkohol; sie enthalten 40—50 Proc. einer eigenthümlichen Gerbsäure (Catechugerbsäure) und außerdem eine eigenthümliche Säure, die Catechusäure, die jedoch beim Gerbeproceß, wie es scheint, außer Spiel bleibt.

Das Kino ist eine dem Catechu sehr ähnliche Drogue; es soll der eingetrocknete Saft verschiedener Pflanzen sein, nämlich

das	afrikanische Kino	von	Pterocarpus erinaceus,
„	ostindische „	„	„ Marsupium,
„	„ „	nach Anderen von	Butea frondosa,
„	westindische „	von	Coccoloba uvifera,
„	neuholländ. „	„	Eucalyptus resinifera.

Das Kino bildet gewöhnlich kleine, eckige, scharfkantige, spröde, zu einem braunrothen Pulver zerreibliche, glänzend schwarze Stücke, die stark zusammenziehend, hintenach süßlich schmecken und sich in siedendem Wasser und in Alkohol fast vollständig zu einer blutrothen Flüssigkeit auflösen. Es enthält 30 bis 40 Proc. einer der Catechugerbsäure ähnlichen Gerbsäure.

Catechu und Kino kommen besonders bei vielen sogenannten Schnellgerbeverfahren in Anwendung.

§. 7.

Untersuchung der Gerbematerialien.

Da der Werth der Gerbematerialien allein von der Menge der in ihnen enthaltenen Gerbsäure abhängig ist, so ist es von Wichtigkeit, eine Prüfungsmethode zu haben, welche den Gehalt an Gerbstoff annähernd angiebt.

Die in Wasser leicht lösliche Gerbsäure wird aus ihrer Lösung durch verschiedene Mittel ziemlich vollständig niedergeschlagen, so durch Leim und Thierhaut, durch essigsaures Kupferoxyd, durch essigsaures Eisenoxyd, durch Alkaloide (Cinchonin, Chinin, Anilin) u. s. w.; sie wird ferner durch eine Lösung von übermangansaurem Kali vollständig zerstört.

Darauf gründen sich nachstehende Methoden der Gerbsäurebestimmung:

I. Die Gerbsäure wird mit Leim oder Thierhaut ausgefällt.

a) die Thierhaut wird vor dem Versuche und nach dem Versuche gewogen; die Gewichtzunahme giebt die Menge der Gerbsäure (Davy);

b) die Gerbsäure wird mit titrirter Leimlösung ausgefällt (v. Fehling);

c) die Gerbsäure wird mit einer mit Alaun versetzten, titrirten Leimlösung ausgefällt (G. Müller, die Methode verbessert von C. Fraas und durch Feser);

d) es wird das specifische Gewicht der Gerbstofflösung mittelst eines Araeometers bestimmt, die Gerbsäure mit Hülfe von Thierhaut entfernt, und von Neuem das specifische Gewicht der Flüssigkeit ermittelt. Die Abnahme des spec. Gewicht's ist dem Gerbstoffgehalt der ursprünglichen Flüssigkeit proportional (C. Hammer);

II. Die Gerbsäure wird durch essigsaures Kupferoxyd ausgefällt und zwar das Verhältniß zwischen Gerbsäure und Kupferoxyd im Niederschlage;

a) volumetrisch (H. Fleck) oder

b) durch Wägung des Kupferoxydes (E. Wolff)

bestimmt;

III. Die Gerbsäuremenge wird durch essigsaures Eisenoxyd und auf volumetrischem Wege ermittelt (R. Handtke);

IV. Man sucht die Gerbsäure durch eine titrirte Lösung von übermangansaurem Kali zu zerstören (Monier);

V. Die Gerbsäure wird aus ihrer Lösung durch überschüssiges Cinchonin (vielleicht auch durch ein Anilinsalz) gefällt und der Ueberschuß des Cinchonins im Filtrat auf jodometrischem Wege bestimmt (R. Wagner);

I. Von den Methoden, die sich auf die Ausfällbarkeit der Gerbsäure durch mit Alaun versetzten Leim gründen, sei nur das von G. Müller angegebene, vortreffliche Verfahren angeführt. Eine genaue Bestimmung der Gerbsäure durch Leimlösung ist nicht zu erreichen, indem der entstehende gelbbräunliche Niederschlag von Leim-Tannat sich nie so scharf aus der Flüssigkeit trennt, daß die über demselben stehende Flüssigkeit völlig klar erscheint. In einem geringen Zusatz von Alaun fand Müller das geeignete Mittel, den Gerbstoff ohne alle Schwierigkeit aus allen gerbstoffhaltigen Flüssigkeiten fällen und mit ziemlicher Genauigkeit bestimmen zu können, indem die Abscheidung des Niederschlages sehr rasch und vollständig eintritt, die Flüssigkeit schon nach wenigen Minuten wasserklar über dem Niederschlage erscheint und daher auf einen möglichen Rückhalt an Gerbstoff sofort leicht geprüft werden kann. Hierzu bedient man sich zweckmäßig zweier Uhrgläser, die man auf eine schwarze Unterlage stellt, bringt in jedes einige Tropfen von der über dem Leimtannat stehenden Flüssigkeit und trägt dann in das eine Glas zwei Tropfen alaunhaltige Leimlösung und in das andere einen Tropfen Gerbstoff-

lösung; auf diese Weise läßt sich auf der einen Seite die kleinste Menge von Gerbstoff, auf der andern aber auch wieder die geringste Menge von Leim, wenn die Fällung überschritten sein sollte, durch Trübung erkennen. Um letzteres zu verhüten, setze man der gerbstoffhaltigen Flüssigkeit die alaunhaltige Lösung nur tropfenweise und unter fortwährendem Umrühren der erstern zu. — Die Leimlösung bereitet man auf folgende Weise: Man löst 60 Gran (1 Gran = 61 Milligramm) in Wasser vollständig löslichen Tischlerleim in 8 Loth (= 117,1 Grm.) Wasser und setzt zu der Lösung 15 Gran Alaun. Zur Ausführung eines Versuches werden 30 - 60 Gramm des zu untersuchenden Gerbemateriales 3—4 mal mit destillirtem Wasser ausgekocht. Die Abkochungen gießt man, ohne durchzuseihen, jedesmal sorgfältig ab und sammelt die Flüssigkeit, zu der man zuletzt auch noch den Rückstand bringt, in einem Becherglase auf, und schreitet zur Bestimmung des Gerbstoffes erst nach vollständigem Erkalten. Müller fand, daß für 5 Gewichtstheile Gerbsäure 155 Gewichtstheile der alaunhaltigen Leimlösung erforderlich seien[1]). Ich habe mich durch vielfache Versuche überzeugt, daß die Müller'sche Methode der Gerbsäurebestimmung brauchbare Resultate liefert, obgleich Lipowitz[2]) ihr vor einiger Zeit allen Werth abgesprochen.

Letzterer Techniker behauptet gefunden zu haben, daß ein Theil des Gerbstoffes in den Gerbematerialien an einen anderen Stoff gebunden und deshalt in Wasser schwer löslich sei, dessen Freimachen er durch Zusatz von zweifachweinsaurem Natron bewirkt. Zur Bildung des Leimtannates wendet der Verf. nicht den gewöhnlichen Leim, sondern Hausenblase an, von welcher der Verf. gefunden, daß 1 Grm. über Schwefelsäure getrockneter Substanz 0,75 Grm. reines trocknes Tannin aus der Lösung fälle. Zur Darstellung der 200 Cubikcentim. Leimlösung, welche im Stande sind 1 Grm. Tannin zu fällen, nimmt der Verf. 1,33 bis 1,34 Grm. Hausenblase. Der Verf. extrahirt 2 Grm. der zu untersuchenden gepulverten Substanz und setzt vor dem Auskochen 1 Cubikcentim. der Natronlösung zu. Der Verf. fand nach seiner Methode in Eichenspiegelrinde 9 bis 21,2 Proc., in Fichtenlohe 8 Proc., in alter geputzter Eichenrinde 7 Proc. Gerbstoff. — Der Verf. hat in der Eichenrinde neben der gewöhnlichen Gerbsäure noch eine neue Art Gerbsäure nachgewiesen, welcher er den Namen „krystallinischer Gerbstoff" giebt.

---

[1]) Vergl. Wagner, Jahresbericht der chem. Technologie 1858 p. 510; 1859 p. 573. Zweckmäßige Modification der G. Müller'schen Methode der Gerbsäurebestimmung giebt C. Fraas in „Ergebnisse landwirthschaftl. und agriculturchem. Versuche", München 1861. 3. Heft p. 41—44.

[2]) Vergl. A. Lipowitz, Neue chem.-techn. Abhandlungen, Berlin 1861 p. 1—9, und Wagner, Jahresbericht 1861 p. 628.

Die mitgetheilten Eigenschaften sind aber keineswegs hinreichend, um in der That eine eigenthümliche Gerbsäure annehmen zu müssen.

Die von Hammer[1]) im Jahre 1860 vorgeschlagene Methode der Bestimmung der Gerbsäure gründet sich auf die Anwendung des Aräometers. Man bestimmt zuerst das specifische Gewicht des Auszugs des zu untersuchenden Gerbematerials, entfernt hierauf den Gerbstoff und bestimmt schließlich das specifische Gewicht wieder. Die erfolgte Abnahme des specifischen Gewichtes ist proportional dem Gehalte an Gerbsäure. Man braucht nur eine Tabelle, welche die Beziehungen zwischen dem Gehalte und dem specifischen Gewichte der Gerbstofflösungen von verschiedener Concentration erkennen läßt, um aus der gefundenen Differenz den Gerbstoffgehalt der Lösung sogleich zu ermitteln. Bei der Bestimmung der specifischen Gewichte reiner Gerbstofflösungen von 15° fanden sich folgende Werthe:

Procente an reiner Gerbsäure	Spec. Gewicht bei 1°
1	1,0040
2	1,0080
3	1,0120
4	1,0160
5	1,0201
6	1,0242
7	1,0283
8	1,0325
9	1,0367
10	1,0409

Mit Hülfe derselben kann man jede reine Gerbsäurelösung allein durch Ermittelung ihres specifischen Gewichts sofort auf ihren Gehalt prüfen. Um diese Prüfungen bequemer und rascher ausführbar zu machen, ließ der Urheber der neuen Methode ein Aräometer verfertigen, welches die specifischen Gewichte von 0 bis 1,0409 umfaßt. Die Scala desselben giebt statt der specifischen Gewichte die denselben entsprechenden Gerbstoffprocente unmittelbar an. Die zwischen den Procentmaßen befindlichen Zwischenräume sind in je 10 Theile getheilt, so daß man die Zehntelprocente direct ablesen kann. Für den praktischen Gebrauch genügt übrigens schon ein bis 5 Proc. Gerbstoff angebendes, aber auch in Zehntel eingetheiltes Aräometer. Bei der Anwendung hat man darauf zu achten, daß die Temperatur von 15° eingehalten wird.

Zur Entfernung der Gerbsäure aus ihrer wässerigen Lösung bedient man sich der thierischen Haut. Ein bis zum Gerben vorbereitetes Stück (Blöße) wird so lange mit Wasser ausgewaschen, bis es davon nichts mehr abgiebt,

---

[1]) Wagner, Jahresbericht 1860 p. 529.

alsdann, auf einem Brete ausgespannt, in gelinder Wärme getrocknet; die trockne Haut verwandelt man mit einer rauhen Feile in ein grobes Pulver, welches sich in verschlossenen Gefäßen unverändert aufbewahren läßt. Nach Versuchen gebraucht man zur vollständigen Entfernung des Gerbstoffs aus einer wässerigen Lösung für je 1 Gewichtstheil desselben 4 Gewichtstheile Haut. Kennt man den Gerbstoffgehalt einer Lösung noch nicht, so betrachtet man das specifische Gewicht derselben als von reinem Gerbstoff bedingt, berechnet demgemäß die Hautmenge nach dem obigen Verhältniß, und kann alsdann sicher sein, daß dieselbe zur Gerbstofffällung jedenfalls ausreicht. Nach dem annähernden Abwägen wird das Hautpulver in Wasser eingeweicht und hierauf in einem leinenen Tuche zwischen den Händen gut ausgepreßt, damit das anhängende Wasser die Lösung später nicht verdünne. Schüttelt man das so vorbereitete Hautpulver mit einer hinlänglich verdünnten Gerbstofflösung kurze Zeit, so ist aller Gerbstoff gefällt; eine längere Digestion ist somit, wenn auch nicht nachtheilig, doch durchaus nicht nöthig.

Bei der praktischen Ausführung der Methode hat man zunächst ins Auge zu fassen, daß man den zu bestimmenden Gerbstoff in einer klaren und nicht zu verdünnten Lösung bekommt. Rinden oder dergleichen kocht man daher im zerkleinerten Zustande zunächst mit Wasser aus und erschöpft sie hierauf vollständig in einem Verdrängungsapparat, eingetrocknete Pflanzensäfte reibt man mit Wasser in einer Reibschale ab, filtrirt durch Leinwand und wäscht den Rückstand gut aus. Die auf die eine oder andere Weise dargestellte Lösung muß gewogen werden, da die Kenntniß ihrer Quantität zur späteren Berechnung des Procentgehalts der zu untersuchenden Substanz erforderlich ist. Der einfacheren Rechnung halber bringt man zweckmäßig das Gewicht der Flüssigkeit durch Zusatz von Wasser auf eine runde Zahl von Grammen und mischt alsdann die Lösung gleichförmig. Man füllt mit dieser Flüssigkeit den zum Aräometer gehörenden Cylinder an. War derselbe nicht vollständig trocken, so spült man ihn zuvor mit derselben Lösung aus. Nachdem man die Spindel eingesenkt und etwaige Luftbläschen entfernt hat, bringt man das Auge in eine Ebene mit dem unteren Rande des Meniscus der Flüssigkeit und liest ab. Dann wiegt man in einem trocknen oder mit der gerbsäurehaltigen Flüssigkeit ausgespülten Kolben etwas mehr von derselben ab als man braucht, um den Cylinder des Aräometers zu füllen, setzt die mehrfache Menge des aus dem gefundenen specifischen Gewicht für die abgewogene Flüssigkeitsmenge berechneten Gerbstoffs an Haut zu und schüttelt tüchtig um. Die Haut und die damit auszufällenden Flüssigkeiten brauchen nur annähernd abgewogen zu sein. Die vom Gerbstoff befreite Lösung wird durch Leinwand in den Cylinder des Aräometers gespült. Ist das ange-

wendete Aräometer ein Gerbstoff-Aräometer, so giebt die Differenz der beiden Ablesungen unmittelbar den Gerbstoffgehalt der Lösung, gab dagegen das Aräometer das spec. Gew. an, so zählt man zu der Differenz der spec. Gewichte die Zahl 1 und sucht für die so erhaltene Zahl den entsprechenden Gerbsäuregehalt in der Tabelle.

§. 8.

II. Die von H. Fleck[1]) vorgeschlagene Methode der Bestimmung der Gerbsäure und der zugleich vorhandenen Gallussäure gründet sich darauf, daß Gerbsäure und Gallussäure aus ihren Lösungen vollständig durch neutrales essigsaures Kupferoxyd abgeschieden werden, gerbsaures Kupferoxyd sich in Ammonsesquicarbonat nicht löst, während das gallussaure Kupferoxyd leicht vom letzteren gelöst wird. Fleck's Methode, Fällen mit essigsaurem Kupferoxyd und Bestimmung des überschüssigen Kupferoxydes durch Titriren mit Cyankalium, läßt sich in einer Abkochung von Eichenrinde nicht anwenden, da die färbenden Stoffe die Endreaction in hohem Grade unsicher machen. Diesen Uebelstand hat H. Sackur hervorgehoben und daher vorgeschlagen, den Gerbstoffgehalt der Eichenrinde aus dem im Niederschlage von gerbsaurem Kupferoxyd durch langes Glühen an der Luft und Wägung gefundenen Kupferoxyd zu berechnen. Die Zuverlässigkeit dieser Methode hat E. Wolff bestätigt gefunden. Seine Methode ist folgende. Zunächst wird die zu untersuchende Rinde in dünne und feine Späne geschnitten, bei 105° getrocknet und gewogen. 1 Grm. hiervon übergießt man in einem Kochfläschchen mit 100 Cubikcentim. destillirtem Wasser und digerirt $^1/_4$ Stunde lang in der Kochhitze, worauf die Flüssigkeit durch ein Filter gegossen und mit dem Rückstande die ganze Operation noch zweimal in derselben Weise wiederholt wird. Den abfiltrirten wässerigen Auszug erhitzt man nach Zusatz von 15 Cubikcentim. einer Lösung von neutralem essigsaurem Kupferoxyd (enthaltend 0,211 Grm. Kupferoxyd) bis zum Kochen der Flüssigkeit; der gebildete Niederschlag wird rasch abfiltrirt, mit 200 Cubikcentim. kochend heißen Wassers ausgewaschen, sodann auf dem Filter oder an der Luft oder im Trockenschrank getrocknet und im Tiegel verbrannt, der Rückstand gewogen, mit Salpetersäure angefeuchtet und nochmals geglüht und gewogen, worauf sich aus dem gefundenen Kupferoxyd durch Multiplication desselben mit der Zahl 1,304 die Menge des Gerbstoffs in der untersuchten Eichenrinde ergiebt. Wolff hatte zuvor durch eine Reihe von Bestimmungen (28 Analysen) festgestellt, daß sich in dem Niederschlage die Menge des Kupferoxyds

[1]) Wagner, Jahresbericht der chem. Technologie 1860 p. 531.

zu derjenigen des Gerbstoffs wie 1 : 1,304 verhält. Ebensowenig gelang Wolff die von Fleck angegebene Trennung des gerbsauren Kupferoxyds vom gallussauren durch Kochen mit einer Lösung kohlensaurem Ammon. Wolff's Versuche ergaben, daß dem gebildeten gerbsauren Kupferoxyd durch Behandeln mit kohlensaurem Ammon ebenfalls ein Theil des Kupferoxyds entzogen wird, und daß alsdann die Verbindung selbst in der Flüssigkeit nach und nach sich auflöst, oder auch eine völlige Zersetzung erleidet.

III. Die von R. Handtke[1]) (in Tharand) im Jahre 1861 veröffentlichte Methode der Gerbsäurebestimmung gründet sich darauf, daß eine reine Gerbsäurelösung durch eine mit essigsaurem Natron versetzte Lösung von essigsaurem Eisenoxyd vollständig gefällt wird.

1. Darstellung der Eisenlösung. Man bereitet die Eisenoxydlösung durch Vermischen von 16 Grm. der in den Apotheken vorräthig gehaltenen Lösung von essigsaurem Eisenoxyd von 1,140—1,145 spec. Gew. mit 8 Grm. Essigsäure und Verdünnen der Flüssigkeit bis zu 1 Liter; in dieser Mischung löst man 16 Grm. krystallisirtes essigsaures Natron auf.

2. Titerstellung. 5 Cubikcent. Gerbsäurelösung werden in ein Glasgefäß gebracht (am zweckmäßigsten eignet sich eine ziemlich halbkugelige Glasschale dazu, weil sich darin die Bildung des Niederschlags mit Genauigkeit beobachten läßt), welches sich auf einer weißen Unterlage befindet. Dann läßt man tropfenweise aus einer in $^1/_{10}$ Cubikcent. getheilten Bürette unter fortwährendem Bewegen der Flüssigkeit die Eisenlösung zufließen, bis sich eben der Niederschlag zu bilden anfängt; bewegt die Flüssigkeit etwas stärker, wodurch die Abscheidung befördert wird, und die über dem Niederschlage stehende Flüssigkeit wird vollkommen hell erscheinen. Zur Controle ist es nöthig, diese Titerstellung mehrmals zu wiederholen. Hat man also z. B. im Mittel auf 5 Cubikcent. Gerbsäurelösung = 0,025 Grm. Gerbstoff 5,5 Cubinkcent. Eisenlösung verbraucht, so entspricht mithin jeder Cubikcent. der letzteren $\frac{0,025}{5,5} = 0,004546$ Grm. Gerbstoff.

3. Ausführung bei Gerbmaterialien. Man wägt von der bei 100° getrockneten und gepulverten Substanz je nach dem Gehalt an Gerbstoff 1—3 Grm. ab, kocht sie mehrmals mit Wasser aus, bringt die filtrirte Lösung auf 120—150 Cubikcent. und verwendet davon 5—10 Cubikcent. zur Prüfung. Auch hier wiederholt man den Versuch mehrmals und nimmt zur Berechnung das Mittel.

---

[1]) Wagner, Jahresbericht der chem. Technologie 1861 p. 626.

Enthält die Substanz zugleich Gallussäure, so wird die Flüssigkeit nicht ganz klar, immerhin aber läßt sich die Fällung der Gerbsäure deutlich beobachten.

Die Gerbsäure der meisten Blätter und Blumenblätter, der Rhabarber, der Farnkräuter, des Kaffee's ließen sich nach dieser Methode nicht bestimmen; es entstanden Färbungen, aber keine Fällungen.

IV. Das Verfahren der Gerbsäurebestimmung von Monier (1858), dessen Werth ein problematischer ist, sei nur beiläufig erwähnt. Es gründet sich auf die Zersetzbarkeit des übermangansauren Kalis durch Gerbsäure. Man stellte zunächst eine Lösung von Tannin in Wasser dar, die eine bestimmte Menge davon (z. B. 1 %) der bei 110° getrockneten Gerbsäure enthält. Handelt es sich um die Bestimmung des Gerbsäuregehaltes von Eichenrinde, so zieht man 10 Grm. davon mit siedendem Wasser aus, welchem etwas Salzsäure zugesetzt wurde, bringt den Auszug nebst dem Waschwasser in ein Gefäß von $^1/_2$ Liter Inhalt und füllt dasselbe sodann mit Wasser an. Bei diesem Verfahren werden die stickstoffhaltigen Stoffe theils durch die Wärme, theils durch die Salzsäure coagulirt. Man läßt die Flüssigkeit absetzen und bringt dann 50 Cubikcentimeter derselben in einen Kolben. Andererseits nimmt man 10 Cubikcentimeter der titrirten Gerbsäurelösung und bringt sie in einen zweiten ähnlichen Kolben. Man fügt sodann der Flüssigkeit in jedem dieser Kolben $^1/_2$ Liter Wasser, welches man mit Schwefelsäure angesäuert hat, hinzu und bestimmt nun die Volume v und v' der Lösung von übermangansaurem Kali, welche man den beiden Flüssigkeiten hinzufügen muß, um denselben eine röthliche Färbung von Intensität zu geben. Aus diesen Volumen, welchen die in den beiden Flüssigkeiten vorhandenen Gerbsäuremengen proportional sind, und dem bekannten Gerbsäuregehalt der titrirten Lösung ergiebt sich der Gerbsäuregehalt der Eichenrinde durch eine einfache Rechnung. Der Verf. fand nach diesem Verfahren in einer Probe Eichenrinde 5,91 Proc., in grünem Thee bei drei verschiedenen Versuchen 16,2, 15,3 und 15,17 Proc., in schwarzem Thee 9,51, 9,43 und 9,89 Proc. Gerbsäure.

V. Eine genaue Gerbstoffbestimmung gehört immer noch zu den frommen Wünschen des technischen Chemikers. Für Tannin — ob für andere Gerbsäure auch, ist noch nicht zu ermitteln — ließe sich die Fällbarkeit desselben durch Cinchonin (als wohlfeilstes der hier anwendbaren Alkaloïde) und die Bestimmung des überschüssigen Cinchonins im Filtrat auf jodometrischem Wege[1]) benutzen. Vielleicht ist auch eine titrirte Zucker-Kalk-Lösung

---

[1]) Wagner, Jahresbericht der chem. Technologie 1861 p. 626.

zum Ausfällen der Gerbsäure anwendbar. Ob bei solchen Gerbsäuren, die, wie die Galläpfelgerbsäure, sich leicht in Glycose und Gallussäure spalten, die Gerbsäurebestimmung auf eine saccharometrische Probe zurückzuführen sein möchte, ist zu bezweifeln.

§. 9.

Die Häute.

Obgleich im Allgemeinen die Häute (peaux, *hides*) aller Quadrupeden zur Lederbereitung sich eignen, so schließen doch häufig zu geringe Dimensionen oder ihr Nutzen als Pelzthiere die Häute vieler Thiere aus. Unter den in der Gerberei angewendeten Häuten nehmen die des Rindviehes den obersten Platz ein, an Festigkeit und Güte stehen ihnen nach die Haut der Pferde und des Esels. Wie die Praxis gezeigt hat, ist die Festigkeit der Haut nicht allein abhängig von der Art des Thieres, sondern auch von dessen Lebensart, so übertrifft das wilde Rindvieh bei weitem das zahme, und bei letzterem wieder ist die Festigkeit der Haut größer bei Weidevieh als bei im Stall gefütterten Thieren. Die Dicke der Haut eines bestimmten Thieres ist außerordentlich wechselnd; in der Mitte des Rückens oder am Kopfe ist es häufig doppelt so dick als am Bauche. Bei den kleineren Thieren sind die Unterschiede in der Dicke weniger wahrnehmbar, bei den Schafen behauptet man übrigens gefunden zu haben, daß die Qualität und Dicke der Haut in Beziehung zu der Dicke des Vließes im Augenblick des Schlachtens steht; je dicker und länger seine Wolle, desto dünner und weniger haltbar die Haut, da, wie es scheint, die Theile, welche zur Ernährung und Bildung der Haare dienen, der Ernährung der Haut entgehen. Das Scheeren des Schafes, wenige Wochen vor dem Schlachten, soll nach der gewöhnlichen Annahme schon genügen, um der Haut eine größere Dicke zu geben. — Das dickste und derbste Leder, besonders als Sohlenleder für das Schuhwerk verwendet, liefern Stier- und Ochsenhäute, welche man im rohen unbearbeiteten Zustande grüne Häute nennt, und theils im frischen, ungetrockneten Zustande aus den nächstliegenden Metzgereien (eine frische Ochsenhaut, so wie sie vom Metzger kommt, wiegt 25—30 Kilogr., verliert aber beim Austrocknen etwas über die Hälfte am Gewicht), theils im getrockneten Zustande aus entfernten Gegenden bezieht. Letztere sind zum Theil nur getrocknet wie die aus Buenos-Ayres, zum Theil gesalzen und getrocknet, wie die von Bahia und Fernambuk in den Handel gebrachten, bisweilen auch geräuchert. Ein dünnes, weniger dichtes Leder und von minder feinem Korn als die Stierhäute geben die Kuhhäute, welche zu leichten Sommersohlen gegerbt, unter dem Namen Bachleder bekannt sind; die stärksten Kuhhäute stammen

aus den südamerikanischen Ebenen, sie werden wie gesagt zu leichtem Sohlenleder, dann zu Oberleder u. dergl. verarbeitet. Die Häute der Kälber sind dünner als die der Kühe, aber dicker als die der meisten anderen Thiere und liefern gegerbt ein sehr zähes, dabei weiches und biegsames Leder, welches besonders als Oberleder des Schuhwerkes (Schmalleder, Fahlleder, cuirs mous pour les tiges de bottes, *upper-leather*) verwendet wird, während die Stierhäute und stärkeren Kuhhäute nur als Sohl- oder Pfundleder (cuirs forts pour semelles, *sole leather*) Verwendung finden. Die Pferdehäute sind dünn und geben ein fast nur zu Sattlerarbeiten benutztes Leder. Die Schaffelle liefern Leder von geringerer Stärke für Buchbinderarbeiten, Waschleder, gefärbtes Leder u. s. w. Die Häute der Lämmer und jungen Ziegen liefern Leder für Handschuhe, die Häute der ausgewachsenen Ziegen das beste Material für Saffian und Maroquin. Hirsch- und Rehhäute, sowie Gemsenfelle werden in der Regel sämischgegerbt und als Wildleder verwendet. Schweine liefern ein dünnes, äußerst festes, besonders für Sattelsitze verwendetes Leder. Seehundsleder wird seiner großen Zähigkeit wegen vorzüglich zum Einfassen der Sattlerarbeiten verwendet.

§. 10.

Die einzelnen Arbeiten der Lohgerberei.

Die einzelnen Arbeiten in der Lohgerberei lassen sich auf drei Hauptarbeiten, A. auf das Reinmachen der Haut auf der Fleisch- und auf der Narbenseite, mit anderen Worten auf eine Bloßlegung des Coriums; B. auf das eigentliche Gerben, und C. auf eine Zurichtung der lohgaren Häute, um sie in Waare zu verwandeln, zurückführen. Diese drei Hauptarbeiten zerfallen wieder in folgende Operationen:

A. Das Reinmachen der Haut

1) das Einweichen der Häute (lavage, trempe, *soaking*),
2) das Reinigen der Fleischseite (écharnement, écolage, *fleshing*),
3) das Reinigen der Haarseite (épilage, débourrage, *unhairing*),
4) das Schwellen der gereinigten Häute (gonflement, *swelling*).

B. Das Gerben der Blöße, welches durch Einsetzen in Gruben, oder durch Gerben mit Lohauszug (Lohbrühe), oder nach dem Verfahren der sogenannten Schnellgerberei vor sich geht.

C. Das Zurichten der lohgaren Häute, worunter alle diejenigen Nacharbeiten zu verstehen sind, welche dem Leder ein dichteres Gefüge, eine schönere Narbe, ein besseres Ansehen der Fleischseite, größere Gleichförmigkeit in der Dicke, größere Geschmeidigkeit u. dergl. ertheilen sollen.

A. Das Reinmachen der Haut.

1) Das Einweichen oder Wässern der Haut (lavage, trempe, *soaking*), die erste der Operationen, bezweckt nicht nur eine gleichförmige Erweichung und Ausstreckung der Haut, so daß man sie beliebig biegen kann, ohne daß Narbenbrüche sich bilden, sondern auch eine Entfernung anhängender Blut- und Fleischtheile auf der Fleisch- oder Aasseite. Bei frischen Häuten genügt, nachdem die Hörner, Klauen u. s. w. abgeschnitten worden, schon ein- bis zweitägiges Legen in fließendes Wasser, oder, wo dieses nicht vorhanden, in Weichbottiche oder Kufen, um Blut und Schmutz zu entfernen; bei getrockneten, namentlich bei gesalzenen und geräucherten Häuten, läßt man dieselben oft 8—10 Tage lang im Wasser liegen, wobei man die Häute der Art befestigt, daß der Strich der Haare der Stromrichtung gerade entgegengeht, um das Wasser möglichst stark auf die Hautoberfläche wirken zu lassen. Während des Wässerns werden die Häute zweimal des Tages aus dem Wasser gehoben und wieder eingelegt.

Ist die Haut genügend erweicht, so schreitet man 2) zum Reinigen der Fleischseite (écharnement, écolage, *fleshing*). Zu dem Ende bringt man die Häute mit der Haarseite nach unten auf den Schabebaum (Gerbe- oder Streichbaum, chevalet, *beam*), einen halbrunden hölzernen Baum von etwa 2 Meter Länge und 0,5 Meter Breite, der mit seinem hinteren Ende auf der Erde ruht, mit dem vorderen auf einem Kreuzholz oder Kreuzfuß. Das Schabeeisen (Streicheisen, routeau rond, *shaving or fleshing knife*) besteht in einem eisernen nach dem Rücken zu etwas gekrümmten Messer mit stumpfer Schneide, und ist mit zwei hölzernen Handgriffen versehen; die Krümmung des Messers richtet sich nach der Krümmung des Schabebaumes. Um das Reinigen der Häute zu vollführen, stellt der Arbeiter sich vor den Schabebaum und streicht nun, indem er das Schabeeisen an den Handhaben mit beiden Händen faßt, die Haut von oben nach unten herab, wobei einerseits das Wasser ausgepreßt, anderntheils die Haut gleichmäßig gereckt und die anhängenden Fleisch- und Fetttheile und das der Fleischseite anhängende Unterzellgewebe, sowie die das Gewebe der Haut durchsetzenden feinen Gefäße und Nerven weggenommen werden. Bei schweren Ochsenhäuten wird nur eine Haut auf den Schabebaum gelegt, bei leichten Kalb- und Ziegenhäuten dagegen legt man 3—6 übereinander auf, wo dann die unteren den oberen als Unterlage dienen und dieselben vor Beschädigung durch das Schabeeisen schützen.

Nach dem ersten Ausstreichen bringt man die Häute abermals 24 Stunden lang in das Wasser, streicht sie den nächsten Tag nochmals aus, trägt sie dann wieder einige Stunden ein und wäscht sie aus, worauf man sie über

den Schabebaum schlägt und abtropfen läßt. Sie sind dann zum Enthaaren vorbereitet. Zur Beförderung des Einweichens und der damit im Zusammenhange stehenden Reinigung der Fleischseite werden die Häute zuweilen statt des bloßen Auseinanderlegens, Auswaschens und Abtropfens in frischem Wasser gewalkt, was entweder in einer gewöhnlichen Walke oder in einem in die Erde eingelassenen Bottich mittelst Holzstampfen geschieht. Man kann durch dieses Verfahren die Häute in 2 bis 3 Tagen so weit reinigen als sonst nach der gewöhnlichen Methode in 8—10 Tagen.

§. 11.

3. Das Reinigen der Haar- oder Narbenseite oder das Abhaaren (épilage, débourrage, *unhairing*) bezweckt die anatomische Scheidung der Lederhaut von der auf ihr liegenden Epidermis und den mit letzterer zusammenhängenden Gebilden, namentlich den Haaren. Die Theorie des Abhaarens ist, wie Fr. Knapp vor einigen Jahren nachgewiesen hat, folgende: Die Haare sitzen in der gereinigten und geweichten Haut — nicht in dem Corium, sondern nur in einer in das Corium tief hineinragenden Einstülpung der Oberhaut — so fest, daß sie nicht, ohne abzureißen, ausgerauft werden können, das Abrasiren ist nicht anwendbar, weil dabei die Haarwurzeln zurückbleiben, was sich mit dem Ansehen von gutem Leder nicht verträgt. Man nimmt daher in der Gerberei zu verschiedenen vorbereitenden Operationen seine Zuflucht, welche wie das Kalken beim Kalkäschen und die Gährung beim Schwitzen die Lockerung der Epidermis bezwecken sollen; beim Abstoßen der Haare von den gekalkten oder vom Schwitzen kommenden Häuten wird daher hauptsächlich nur die Epidermis und zwar mit der in ihr befestigten Behaarung von der Lederhaut abgestoßen; die Haare dienen dabei mehr als Handhabe.

Wie bereits gesagt, werden die auf der Fleischseite gereinigten und geweichten Häute auf verschiedene Weise für die Enthaarung vorbereitet, nämlich

a) durch Schwitzen (travail à la jussée, à l'échauffe, *piling the hides*);

b) durch Kalken (pelanage à la chaux, *liming the hides*);

c) durch Anwendung von Rhusma und Schwefelcalciumverbindungen.

a) Bei dicken Häuten, die zu Sohlenleder bestimmt sind, wird als vorbereitende Operation zum Enthaaren das Schwitzen angewendet, da das Kalken, weil bei dickem Leder der Kalk nie ganz vollständig entfernt werden kann, das Leder hart und spröde machen würde. Das Schwitzen besteht in einer durch Gährung oder beginnende Fäulniß eingeleiteten Zersetzung der feuchten Haut, welche man jedoch auf die Auflockerung der Epidermis

und Haarsäcke, so wie auf eine theilweise Fäulniß der noch in der Haut zurückgebliebenen fremdartigen Stoffe beschränken muß, weßhalb auch das Einweichen nur soweit dabei zur Anwendung kommt, als nöthig ist, die Häute biegsam zu machen. Die Häute werden der Länge nach, mit der Fleischseite nach innen, zusammengelegt, nachdem man sie auf der Fleischseite mit Kochsalz (1,5—2 Kilogramm auf jede Haut, zuweilen mit Zusatz von etwas Asche) eingerieben oder mit etwas Holzessig getränkt hat, und dann in einem an einem mäßig warmen Orte befindlichen Kasten, dem Schwitzkasten, der mit einem Deckel verschlossen werden kann, übereinander geschlichtet. Nach kurzer Zeit ist eine Steigerung der Temperatur und ein Geruch nach Ammoniakkörpern wahrzunehmen, welchem sehr bald die Erscheinungen der Fäulniß folgen. Sobald letztere sich kundgeben, werden diejenigen Häute, deren Haare leicht ausgerauft werden können, sofort auf dem Schabebaume enthaart. Bei fabrikmäßigem Betriebe wendet man anstatt der Schwitzkasten zweckmäßig eine große, dicht verschließbare Kammer an, deren Temperatur entweder mittelst directem Feuer, oder frei einströmenden Wasserdämpfen, oder durch Wasserheizung so ziemlich constant auf 40—50° C. erhalten wird.

Um aller nachtheiligen Einwirkung auf das Corium vorzubeugen, wendet man häufig auch das kalte Schwitzverfahren an, bei welchem man die Häute in ausgemauerte oder mit Cement überkleidete Gruben bringt, auf deren Boden ein hölzerner Kanal den Abfluß des Wassers sowie das Eindringen von Luft gestattet. Die Temperatur der Grube ist auf 6—12° zu halten. Unter dem Dach circulirt in einer im Viereck herumgeführten Leitung kaltes Wasser, zugleich tropft ein Theil dieses Wassers unaufhörlich durch die Grube nieder, deren Atmosphäre mit Feuchtigkeit gesättigt bleibt. Nach 6 bis 12 Tagen tritt, ohne daß eine Spur von Fäulniß bemerkbar wäre, Auflockerung der Haare ein.

b) Bei leichtern, nicht für Sohlleder bestimmten Häuten, bei denen der aufgenommene Kalk, welcher dem Verlaufe des eigentlichen Gerbeprocesses sehr ungünstig ist, leichter entfernt werden kann, wendet man gewöhnlich das Kalken an. Die Behandlung der Haut mit Kalkmilch ist nicht nur, wie oben bereits gesagt, eine vorbereitende Operation für das Enthaaren, sondern es wird auch das in der Haut enthaltene Fett verseift und in Kalkseife übergeführt, welche im Wasser zwar unauflöslich ist, aber durch die nachfolgende, theils mechanische, theils chemische Behandlung gleichfalls beseitigt wird. Daß aber die Enthaarung und die Befreiung des Corium von der Epidermis nicht der alleinige Zweck des Kalkens sein könne, hat schon Hermbstädt auseinandergesetzt. Er sagt, daß die Häute, um gutes und geschmeidiges

Leder[1]) zu liefern, länger in der Kalkmilch zubringen müssen, als zu ihrer Enthaarung nothwendig ist. Rollett hat nun nachgewiesen, daß das Kalkwasser eine Eiweißsubstanz auflöst, welche zwischen den Formbestandtheilen des Bindegewebes und wahrscheinlich auch zwischen dem Corium und den Oberhautgebilden sich befindet, und dadurch, indem er das innige Aneinanderhaften der Formbestandtheile lockert, zum Geschmeidigwerden des Leders beiträgt.

Die Kalkgruben oder Aescher, in welchen das Kalken der Häute vorgenommen wird, sind in den Boden eingelassene Bottiche von etwa 2 Meter Durchmesser und 1$^{3}/_{4}$ Meter Höhe, welche bis auf Dreiviertel ihrer Höhe mit dünner Kalkmilch angefüllt werden. In diese Bottiche werden die Häute (20—25 große Häute oder 30—40 kleine) eingestoßen, so daß sie unter der Flüssigkeit liegen. In der Regel wendet man drei oder fünf Kalkgruben an, von denen die eine immer größere Mengen von Kalk enthält als die andere. Zuerst kommen die Häute in die schwächste Grube, welche bereits bei früheren Operationen gedient hat (abgestorbene Aescher, pelain mort), dann in eine stärkere Grube und zuletzt in die stärkste, die aber mit frischer Kalkmilch beschickt worden ist (pelain neuf). Wendet man sogleich starke Kalkmilch an, so wird das Leder schwammig, weil der Kalk die Fasern des Coriums zu stark angreift. Manche Gerber setzen der Kalkmilch etwas Holzasche zu, wodurch Aetzkali sich bildet, welches noch weit energischer wirkt als der Kalk. 1 Cubikmeter Kalk ist genügend, um 1200 starke Rindshäute genügend zu kalken. Die Kalkmilch muß in den Gruben öfter umgerührt und die Häute täglich zweimal herausgenommen und neu eingeschlagen werden. Die Häute bedürfen zur Gare eines 3—4 wöchentlichen Verweilens in den Kalkgruben.

c) Sehr dünne Häute kleiner Thiere vertragen weder das Schwitzen noch das Kalken; man pflegt sie daher mit sogenanntem Rhusma, einer salbenartigen Mischung aus 1 Th. Operment (Schwefelarsenik) mit 2—3 Th. gelöschtem Kalk, etwa messerrückendick zu bestreichen, welches die Haare so erweicht, daß sie nach kurzer Zeit mit einem Schabmesser entfernt werden können. Rud. Böttger hat gezeigt, daß das Calciumsulfhydrat, welches man durch Einleiten in Schwefelwasserstoffgas in bis zur Rahmconsistenz verdünnten Kalkbrei, bis die Masse eine blaugraue Farbe angenommen hat, erhält, das Rhusma in jeder Hinsicht ersetzt und in der Gerberei zum Enthaaren der Häute alle Beachtung verdient. Der Kalk, welcher zur Reinigung des Steinkohlengases gedient hat und viel Calciumsulfhydrat enthält, der sogenannte Gaskalk, hat in neuerer Zeit mehrfach, selbst bei stärkeren

---

[1]) Hermbstädt, Chem.-technol. Grundsätze der gesammten Ledergerberei, Berlin 1807; Bd. II p. 210.

Fellen, zum Enthaaren Anwendung gefunden und zwar nach Kampffmeyers Bericht mit dem günstigsten Erfolge, indem das Leder fester, zäher, eleganter erscheint und mehr Gerbstoff aufnimmt. A. Lindner fand bei Versuchen über das Enthaaren der Felle durch Gaskalk, daß das darin enthaltene Sulfhydrat in seiner haarerweichenden Wirkung durch geringe Mengen von Calciumcyanür (vergl. Bd. I p. 469, 100 Kilogr. Gaskalk geben 12—15 Kilogr. Berlinerblau) unterstützt werde; da beide wirksamen Bestandtheile sich in Wasser lösen, so solle man nicht den Gaskalk wie bisher als Emulsion, sondern als klare Lösung anwenden, wodurch man sich unabhängig mache von dem nachtheiligen Einflusse des oft bis zu 20 Proc. dem Gaskalke beigemengten Aetzkalkes. Was die Theorie der Anwendung des Calciumsulfhydrates zum Enthaaren anlangt, so haben die Versuche Fr. Knapp's gezeigt, daß durch dieses Mittel die Haare zerstört, jedoch dabei die Epidermis nicht gleichzeitig beseitigt wird; durch das Wegschaben wird daher in diesem Falle das Haar mehr oberflächlich entfernt, als entwurzelt.

Wie früher schon mehrmals, so hat Felix Boudet in neuerer Zeit den Kalk beim Enthaaren durch eine verdünnte Aetznatronlösung zu ersetzen gesucht und zwar, wie es scheint, mit vielem Nutzen; denn ungeachtet der auf das Kalken folgenden Operation des Schwellens, deren Hauptzweck mit die Beseitigung des Kalkes ist, bleibt eine gewisse Menge Kalk in der Haut zurück, aus welchem sich beim Gerben Kalktannat bildet, das nicht nur die Aufnahme des Gerbstoffes durch die Haut verzögert, sondern auch der Geschmeidigkeit des Leders Eintrag thut. Mit der Anwendung des Natrons sind alle diese Uebelstände beseitigt, das Enthaaren ist schon nach wenigen Tagen vorüber und das Gerben geht leichter und vollständiger vor sich.

Sobald die Häute auf die eine oder die andere Weise zum Enthaaren genügend vorbereitet sind, wäscht man sie gut aus, und legt sie nun, einige übereinander, auf den Schabebaum, die Haarseite nach oben und den Strich der Haare aufwärts, so daß der Arbeiter mit dem stumpfen Schabemesser nach abwärts den Haaren entgegenarbeitet und letztere von der Narbe abstößt, eine Arbeit, die man das Abpälen nennt. Falls die Haare noch zu fest sitzen sollten, wie es bei trockenen schweren Häuten nicht selten vorkommt, so streut der Arbeiter feinen Sand in die Haare ein, wo dann das Messer besser angreift. Die bei schweren Häuten nach dem Enthaaren noch festsitzenden Grundhaare werden mittelst eines gewöhnlichen großen und scharfen Messers, des Putzmessers, abgeputzt. Nach beendigtem Abpälen werden die Häute von neuem gewässert, mit der Narbenseite abwärts auf einen breiten Schabebaum geschlagen und auf der Fleischseite mit dem Scheer- oder Finneisen, einem großen, geraden, scharfen Messer mit Griffen an beiden Enden bear-

beitet, indem man das Messer flach gegen die Haut andrückt und dadurch sorgfältigst alles noch anhängende Fleisch u. s. w. abschneidet, ohne die Haut zu verletzen.

Durch das Enthaaren und Scheeren verliert eine trockene Haut durchschnittlich 10—12 Proc. am Gewichte.

§. 12.

4. Das Schwellen oder Treiben der gereinigten Häute (gonflement, *swelling*). Theils um den von dem Kalken her in der Haut in Gestalt von kohlensaurem oder in Form von Kalkseife oder Kalkalbuminat zurückgebliebenen Kalk aus den Häuten zu entfernen, theils auch die eigentliche Hautfaser auf endosmotischem Wege aufzuschwellen und sie für das Eindringen der gerbstoffhaltigen Flüssigkeit geeignet zu machen, pflegt man nach Vollendung der vorbereitenden Reinigungsarbeiten die Häute in der Schwellbeize zu behandeln, die man durch saure Gährung von Gerstenschrot oder Weizenkleie bereitet, deren wesentlich wirksame Bestandtheile mithin Propionsäure, Milchsäure und Buttersäure sind. Werden die gereinigten Häute, nun Blößen genannt, mit dieser Flüssigkeit behandelt, so lösen die Säuren den Kalk auf, den Kalk aus der Kalkseife unter Abscheidung der Fettsäuren, welche sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit ansammeln; die in Wasser löslichen Kalksalze werden durch das nachfolgende Auswäschen vollständig entfernt. Während des Schwellens nimmt die Dicke der Haut um das Doppelte zu, theils indem die Flüssigkeit der Schwellbeize in die Haut eindringt und letztere auflockert, zum Theil aber auch dadurch, daß in den Poren der Haut, sei es in Folge von Zersetzung von kohlensaurem Kalk durch die Gährungssäuren, sei es in Folge von Buttersäuregährung oder einer anderen Gährung, die sich in der Haut fortsetzt, sich Gasarten entwickeln; dabei wird die Haut durchscheinend und gelblich. Diejenigen Häute, die nicht durch Kalken, sondern durch Schwitzen vorbereitet wurden, bedürfen zum Schwellen keiner sauren Schwellbeize, sondern erlangen die nöthige Schwellung durch Wasser, obgleich die saure Schwellung, weil sie rascher und gleichmäßiger vor sich geht, unter allen Umständen vorgezogen zu werden verdient.

Die saure Schwellbeize (die weiße Beize) wird gewöhnlich aus Gerstenschrot oder aus Weizenkleie bereitet. Auf 100 Kilogr. trockener Häute werden etwa 50 Kilogr. Gerstenschrot oder auch Weizenkleie mit Wasser zu einem Brei angerührt und mit 2,5—3 Kilogr. Sauerteig versetzt und dann so viel heißes Wasser zugefügt, daß ein dünner Brei von etwa 25° C. entsteht, dessen Gährung in kurzer Zeit eintritt. Man pflegt jedoch die Blößen nicht sofort in die frisch bereitete Schwellbeize zu bringen, sondern erst in eine

schon mehrfach gebrauchte, dann in eine weniger alte und zuletzt in die neu angestellte Beize. Bis zu welchem Grade die Auflockerung der Blöße durch Schwellung vorzunehmen sei, ist theils von der Beschaffenheit des Leders, theils von dem auf das Schwellen folgenden Gerbeverfahren abhängig. Am weitesten pflegt man das Schwellen bei dem Fahlleder zu treiben, bei denen große Dehnbarkeit wünschenswerth erscheint und welche durch Behandeln im Kalkäscher für das Enthaaren vorbereitet worden sind; wo dagegen große Festigkeit und geringere Biegsamkeit, wie es beim Sohlenleder der Fall ist, erforderlich erscheint, zieht man es vor, die Häute minder stark schwellen zu lassen, da sie dadurch zwar dicker, aber weniger fest werden. Gerbt man nach dem Schwellen die Häute (statt in der Lohgrube) in Lohbrühen und wendet dabei im Anfang nur sehr schwache Gerbstofflösungen an, so ist ein starkes Schwellen nicht erforderlich, da die Gerbung und Zusammenziehung dann langsam erfolgt, und die späteren Brühen doch noch in das Leder eindringen können. Werden dagegen die Häute mit Lohe in Gruben eingesetzt, so findet eine schnellere Einwirkung des Gerbstoffes auf die Blöße und in deren Folge ein starkes Zusammenziehen statt. Die Blößen müssen daher in diesem Falle stärker geschwellt sein.

Behufs der Umgehung des zu starken Schwellens der für Sohlenleder bestimmten Häute, fügt man der Schwellbeize sofort etwas Lohe oder Lohbrühe zu oder schwellt sie auch nur in der rothen Beize, worunter man alte, sauer gewordene Lohbrühe versteht, welche, dem Geruch und Geschmack nach zu urtheilen, große Mengen Milchsäure und Buttersäure enthält. Die Blößen werden zuerst in stark mit Wasser verdünnte, hierauf in concentrirtere rothe Beize gebracht. Nach Ablauf von 12—14 Tagen ist das Schwellen in hinreichender Weise vor sich gegangen.

Anstatt der Schwellbeize, in welcher organische Säuren (Milchsäure, Propionsäure) wirksam sind, ist nach den Vorschlägen von Macbride und Seguin verdünnte Schwefelsäure (1 : 1500) zum Schwellen empfohlen worden; die Erfahrung hat aber gelehrt, daß hierdurch zwar eine beschleunigte Wirkung der Haut ermöglicht wird, jedoch nur auf Kosten der Qualität des Leders. Auch die an phosphorsauren Salzen und an Harnsäure reichen Excremente von Hunden, Tauben u. dgl. finden zum Schwellen Anwendung, indem diese Auswürfe in Wasser aufgeweicht und die Blößen darin bearbeitet werden.

§. 13.

B. Das Gerben der geschwellten Blöße.

Durch die vorbereitenden Arbeiten des Reinigens, Kalkens oder Schwitzens und Schwellens ist die eigentliche Lederhaut nun so weit entblößt

und aufgelockert worden, daß sie von der Gerbstofflösung gehörig durchdrungen werden kann, und die Sättigung der Faser des Coriums mit Gerbstoff möglichst vollständig erfolgt. Man nimmt in der Praxis an, daß eine trockene Haut bei ihrer Ueberführung in Leder ihr Gewicht um ungefähr ein Dritttheil vermehrt, folglich ebensoviel an Gerbstoff aufnimmt. Nach Anthon ist die Menge Gerbematerial, welche zum Gerben von 1 Kilogr. Haut (Blöße?) erforderlich ist bei

	Kilogr.
Eichenrinde, je nach Qualität	4—10
Fichtenrinde	8
Weidenrinde	8—10
Buchenrinde	18
Galläpfel	1,25
Knoppern	2
Sumach	3
Bärentraube	10

Die mit Eichen- und Fichtenlohe gegerbten Leder machen einen so überwiegenden Theil der Gesammtproduction an lohgarem Leder aus, daß die mit den übrigen Gerbematerialien hervorgebrachten Leder fast gänzlich verschwinden. Der Gerbstoff des Gerbemittels gelangt stets in Wasser gelöst in die Haut. Damit das Wasser nun die Gerbsäure gehörig extrahire, müssen die Gerbmittel gehörig zerkleinert zur Anwendung kommen, die Eichen- und Fichtenrinde gemahlen oder gestampft, die Knoppern und Galläpfel zermalmt.

Die Sättigung der Hautfaser mit Gerbstoff wird auf zweierlei Weise bewirkt, nämlich

1) indem man die Häute abwechselnd mit Lohe schichtet, was man das Einsetzen in Gruben (mise en fosses) nennt, oder

2) indem man sie zuerst in verdünnte, dann in concentrirte Lohauszüge eintaucht (Gerben in Lohbrühe, tannage à la flotte).

1) Das Einsetzen in Gruben findet gegenwärtig meistens nur noch bei zu Sohlen bestimmten Häuten statt. Die hierzu dienenden Loh- oder Versetzgruben sind in den Boden versenkte, wasserdichte Kasten von Eichenholz von 2 Meter Weite und etwa 3 Meter Tiefe, statt welcher auch runde Bottiche zuweilen Anwendung finden. Nicht selten benutzt man auch ausgemauerte, mit Portlandcement überkleidete Gruben, deren Anwendung, namentlich im Anfang große Behutsamkeit erheischt, weil der Kalk des Mörtels auf den Gerbstoff der Lohe zerstörend einwirkt. Den Boden der Grube belegt man einige Centimeter dick mit ausgelaugter Lohe, giebt eine 3 Centimeter dicke Schicht von frischer Lohe darauf, breitet darüber die Haut mit der

Narbenseite nach unten aus, streut wieder 1 Zoll dicke Lohe darauf, dann eine zweite Haut und schichtet in dieser Weise den Kasten voll. Auf die dicksten Stellen der Haut legt man auch die dicksten Schichten der Lohe, füllt alle leer bleibenden Ecken mit alter Lohe, bedeckt etwa 1/3 Meter hoch mit derselben (der sogenannte Hut) und dann mit einem gut schließenden Deckel, nachdem man so viel Wasser eingepumpt hat, daß es etwas über der obersten Haut steht. In diesem Zustande überläßt man die Grube sich selbst. Wurde anstatt eines Theiles der Lohe Knoppernmehl angewendet, so nimmt man nur ungefähr die Hälfte der Eichenlohe.

Auf diesen ersten Satz bleiben die Häute, je nach der Qualität der Eichenrinde, etwa 8—10 Wochen; wenn Knoppern beigemengt, so vollendet sich die Aufnahme des Gerbstoffes schneller. Noch bevor aller Gerbstoff der Flüssigkeit entzogen ist und ehe sich in derselben zu große Mengen Milchsäure und andere flüchtige und riechende Säuren gebildet haben, müssen die Häute herausgenommen und in einem zweiten Kasten (dem zweiten Satze) mit frischer Lohe so geschichtet werden, daß die früher oben liegenden nach unten zu liegen kommen. Man wendet hierbei etwa 1/3 weniger Lohe an und preßt die Häute durch Auflegen von Steinen auf den Deckel zusammen, wodurch der Ueberschuß von Flüssigkeit und der Luftzutritt vermieden wird. Dieß kann erst jetzt geschehen, weil in die frischen Blößen die Lohe sich zu stark einpressen und die Lösung so concentrirt sein würde, daß sich die Hautoberfläche sofort sättigen, dadurch für das Eindringen des Gerbstoffes in die Mitte der Haut ein Hinderniß schaffen und ein nur äußerlich gares Leder liefern würde. In diesem zweiten Satze bleiben die Häute drei bis vier Monate; sie sollen hier bis auf den Kern gelohet, d. h. mit dem Gerbstoff bis in das Innerste durchdrungen sein. Hierauf kommen die Häute 4—5 Monate lang in einen ähnlichen, noch geringere Mengen von Lohe enthaltenden dritten Satz, und bei sehr starken Häuten (namentlich Wildhäuten) muß bisweilen noch ein vierter und fünfter Satz gemacht werden, so daß sie bis zu 2 Jahren und länger noch in der Lohgrube behandelt werden. Für die späteren Sätze wendet man häufig statt der Eichenlohe Fichtenlohe an.

Die Menge der Eichenlohe, die zum vollständigen Gerben der Haut erforderlich ist, richtet sich nach ihrer Qualität; nach den Erfahrungen der Gerber rechnet man das 4—6 fache Gewicht der trockenen Haut, von welcher Menge, das Gewicht der Haut zu 20 Kilogr. angenommen,

auf den	ersten	Satz	40	Kilogr.	Lohe kommen
„ „	zweiten	„	35	„	„ „
„ „	dritten	„	30	„	„ „
			105	Kilogr.	Lohe.

beitet, indem man das Messer flach gegen die Haut andrückt und dadurch sorgfältigst alles noch anhängende Fleisch u. s. w. abschneidet, ohne die Haut zu verletzen.

Durch das Enthaaren und Scheeren verliert eine trockene Haut durchschnittlich 10—12 Proc. am Gewichte.

§. 12.

4. Das Schwellen oder Treiben der gereinigten Häute (gonflement, *swelling*). Theils um den von dem Kalken her in der Haut in Gestalt von kohlensaurem oder in Form von Kalkseife oder Kalkalbuminat zurückgebliebenen Kalk aus den Häuten zu entfernen, theils auch die eigentliche Hautfaser auf endosmotischem Wege aufzuschwellen und sie für das Eindringen der gerbstoffhaltigen Flüssigkeit geeignet zu machen, pflegt man nach Vollendung der vorbereitenden Reinigungsarbeiten die Häute in der Schwellbeize zu behandeln, die man durch saure Gährung von Gerstenschrot oder Weizenkleie bereitet, deren wesentlich wirksame Bestandtheile mithin Propionsäure, Milchsäure und Buttersäure sind. Werden die gereinigten Häute, nun Blößen genannt, mit dieser Flüssigkeit behandelt, so lösen die Säuren den Kalk auf, den Kalk aus der Kalkseife unter Abscheidung der Fettsäuren, welche sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit ansammeln; die in Wasser löslichen Kalksalze werden durch das nachfolgende Auswäschen vollständig entfernt. Während des Schwellens nimmt die Dicke der Haut um das Doppelte zu, theils indem die Flüssigkeit der Schwellbeize in die Haut eindringt und letztere auflockert, zum Theil aber auch dadurch, daß in den Poren der Haut, sei es in Folge von Zersetzung von kohlensaurem Kalk durch die Gährungssäuren, sei es in Folge von Buttersäuregährung oder einer anderen Gährung, die sich in der Haut fortsetzt, sich Gasarten entwickeln; dabei wird die Haut durchscheinend und gelblich. Diejenigen Häute, die nicht durch Kalken, sondern durch Schwitzen vorbereitet wurden, bedürfen zum Schwellen keiner sauren Schwellbeize, sondern erlangen die nöthige Schwellung durch Wasser, obgleich die saure Schwellung, weil sie rascher und gleichmäßiger vor sich geht, unter allen Umständen vorgezogen zu werden verdient.

Die saure Schwellbeize (die weiße Beize) wird gewöhnlich aus Gerstenschrot oder aus Weizenkleie bereitet. Auf 100 Kilogr. trockener Häute werden etwa 50 Kilogr. Gerstenschrot oder auch Weizenkleie mit Wasser zu einem Brei angerührt und mit 2,5—3 Kilogr. Sauerteig versetzt und dann so viel heißes Wasser zugefügt, daß ein dünner Brei von etwa 25° C. entsteht, dessen Gährung in kurzer Zeit eintritt. Man pflegt jedoch die Blößen nicht sofort in die frisch bereitete Schwellbeize zu bringen, sondern erst in eine

schon mehrfach gebrauchte, dann in eine weniger alte und zuletzt in die neu angestellte Beize. Bis zu welchem Grade die Auflockerung der Blöße durch Schwellung vorzunehmen sei, ist theils von der Beschaffenheit des Leders, theils von dem auf das Schwellen folgenden Gerbeverfahren abhängig. Am weitesten pflegt man das Schwellen bei dem Fahlleder zu treiben, bei denen große Dehnbarkeit wünschenswerth erscheint und welche durch Behandeln im Kalkäscher für das Enthaaren vorbereitet worden sind; wo dagegen große Festigkeit und geringere Biegsamkeit, wie es beim Sohlenleder der Fall ist, erforderlich erscheint, zieht man es vor, die Häute minder stark schwellen zu lassen, da sie dadurch zwar dicker, aber weniger fest werden. Gerbt man nach dem Schwellen die Häute (statt in der Lohgrube) in Lohbrühen und wendet dabei im Anfang nur sehr schwache Gerbstofflösungen an, so ist ein starkes Schwellen nicht erforderlich, da die Gerbung und Zusammenziehung dann langsam erfolgt, und die späteren Brühen doch noch in das Leder eindringen können. Werden dagegen die Häute mit Lohe in Gruben eingesetzt, so findet eine schnellere Einwirkung des Gerbstoffes auf die Blöße und in deren Folge ein starkes Zusammenziehen statt. Die Blößen müssen daher in diesem Falle stärker geschwellt sein.

Behufs der Umgehung des zu starken Schwellens der für Sohlenleder bestimmten Häute, fügt man der Schwellbeize sofort etwas Lohe oder Lohbrühe zu oder schwellt sie auch nur in der rothen Beize, worunter man alte, sauer gewordene Lohbrühe versteht, welche, dem Geruch und Geschmack nach zu urtheilen, große Mengen Milchsäure und Buttersäure enthält. Die Blößen werden zuerst in stark mit Wasser verdünnte, hierauf in concentrirtere rothe Beize gebracht. Nach Ablauf von 12—14 Tagen ist das Schwellen in hinreichender Weise vor sich gegangen.

Anstatt der Schwellbeize, in welcher organische Säuren (Milchsäure, Propionsäure) wirksam sind, ist nach den Vorschlägen von Macbride und Seguin verdünnte Schwefelsäure (1 : 1500) zum Schwellen empfohlen worden; die Erfahrung hat aber gelehrt, daß hierdurch zwar eine beschleunigte Wirkung der Haut ermöglicht wird, jedoch nur auf Kosten der Qualität des Leders. Auch die an phosphorsauren Salzen und an Harnsäure reichen Excremente von Hunden, Tauben u. dgl. finden zum Schwellen Anwendung, indem diese Auswürfe in Wasser aufgeweicht und die Blößen darin bearbeitet werden.

§. 13.

B. Das Gerben der geschwellten Blöße.

Durch die vorbereitenden Arbeiten des Reinigens, Kalkens oder Schwitzens und Schwellens ist die eigentliche Lederhaut nun so weit entblößt

und aufgelockert worden, daß sie von der Gerbstofflösung gehörig durchdrungen werden kann, und die Sättigung der Faser des Coriums mit Gerbstoff möglichst vollständig erfolgt. Man nimmt in der Praxis an, daß eine trockene Haut bei ihrer Ueberführung in Leder ihr Gewicht um ungefähr ein Drittheil vermehrt, folglich ebensoviel an Gerbstoff aufnimmt. Nach Anthon ist die Menge Gerbematerial, welche zum Gerben von 1 Kilogr. Haut (Blöße?) erforderlich ist bei

	Kilogr.
Eichenrinde, je nach Qualität	4—10
Fichtenrinde	8
Weidenrinde	8—10
Buchenrinde	18
Galläpfel	1,25
Knoppern	2
Sumach	3
Bärentraube	10

Die mit Eichen- und Fichtenlohe gegerbten Leder machen einen so überwiegenden Theil der Gesammtproduction an lohgarem Leder aus, daß die mit den übrigen Gerbematerialien hervorgebrachten Leder fast gänzlich verschwinden. Der Gerbstoff des Gerbemittels gelangt stets in Wasser gelöst in die Haut. Damit das Wasser nun die Gerbsäure gehörig extrahire, müssen die Gerbmittel gehörig zerkleinert zur Anwendung kommen, die Eichen- und Fichtenrinde gemahlen oder gestampft, die Knoppern und Galläpfel zermalmt.

Die Sättigung der Hautfaser mit Gerbstoff wird auf zweierlei Weise bewirkt, nämlich

1) indem man die Häute abwechselnd mit Lohe schichtet, was man das Einsetzen in Gruben (mise en fosses) nennt, oder

2) indem man sie zuerst in verdünnte, dann in concentrirte Lohauszüge eintaucht (Gerben in Lohbrühe, tannage à la flotte).

1) Das Einsetzen in Gruben findet gegenwärtig meistens nur noch bei zu Sohlen bestimmten Häuten statt. Die hierzu dienenden Loh- oder Versetzgruben sind in den Boden versenkte, wasserdichte Kasten von Eichenholz von 2 Meter Weite und etwa 3 Meter Tiefe, statt welcher auch runde Bottiche zuweilen Anwendung finden. Nicht selten benutzt man auch ausgemauerte, mit Portlandcement überkleidete Gruben, deren Anwendung, namentlich im Anfang große Behutsamkeit erheischt, weil der Kalk des Mörtels auf den Gerbstoff der Lohe zerstörend einwirkt. Den Boden der Grube belegt man einige Centimeter dick mit ausgelaugter Lohe, giebt eine 3 Centimeter dicke Schicht von frischer Lohe darauf, breitet darüber die Haut mit der

Narbenseite nach unten aus, streut wieder 1 Zoll dicke Lohe darauf, dann eine zweite Haut und schichtet in dieser Weise den Kasten voll. Auf die dicksten Stellen der Haut legt man auch die dicksten Schichten der Lohe, füllt alle leer bleibenden Ecken mit alter Lohe, bedeckt etwa $^1/_3$ Meter hoch mit derselben (der sogenannte Hut) und dann mit einem gut schließenden Deckel, nachdem man so viel Wasser eingepumpt hat, daß es etwas über der obersten Haut steht. In diesem Zustande überläßt man die Grube sich selbst. Wurde anstatt eines Theiles der Lohe Knoppernmehl angewendet, so nimmt man nur ungefähr die Hälfte der Eichenlohe.

Auf diesen ersten Satz bleiben die Häute, je nach der Qualität der Eichenrinde, etwa 8—10 Wochen; wenn Knoppern beigemengt, so vollendet sich die Aufnahme des Gerbstoffes schneller. Noch bevor aller Gerbstoff der Flüssigkeit entzogen ist und ehe sich in derselben zu große Mengen Milchsäure und andere flüchtige und riechende Säuren gebildet haben, müssen die Häute herausgenommen und in einem zweiten Kasten (dem zweiten Satze) mit frischer Lohe so geschichtet werden, daß die früher oben liegenden nach unten zu liegen kommen. Man wendet hierbei etwa $^1/_3$ weniger Lohe an und preßt die Häute durch Auflegen von Steinen auf den Deckel zusammen, wodurch der Ueberschuß von Flüssigkeit und der Luftzutritt vermieden wird. Dieß kann erst jetzt geschehen, weil in die frischen Blößen die Lohe sich zu stark einpressen und die Lösung so concentrirt sein würde, daß sich die Hautoberfläche sofort sättigen, dadurch für das Eindringen des Gerbstoffes in die Mitte der Haut ein Hinderniß schaffen und ein nur äußerlich gares Leder liefern würde. In diesem zweiten Satze bleiben die Häute drei bis vier Monate; sie sollen hier bis auf den Kern gelohet, d. h. mit dem Gerbstoff bis in das Innerste durchdrungen sein. Hierauf kommen die Häute 4—5 Monate lang in einen ähnlichen, noch geringere Mengen von Lohe enthaltenden dritten Satz, und bei sehr starken Häuten (namentlich Wildhäuten) muß bisweilen noch ein vierter und fünfter Satz gemacht werden, so daß sie bis zu 2 Jahren und länger noch in der Lohgrube behandelt werden. Für die späteren Sätze wendet man häufig statt der Eichenlohe Fichtenlohe an.

Die Menge der Eichenlohe, die zum vollständigen Gerben der Haut erforderlich ist, richtet sich nach ihrer Qualität; nach den Erfahrungen der Gerber rechnet man das 4—6 fache Gewicht der trockenen Haut, von welcher Menge, das Gewicht der Haut zu 20 Kilogr. angenommen,

auf den ersten Satz	40	Kilogr.	Lohe	kommen
„ „ zweiten „	35	„	„	„
„ „ dritten „	30	„	„	„
	105	Kilogr.	Lohe.	

Die lohgare Haut wiegt nach dem Trocknen ungefähr 22 Kilogr. (mithin 10 bis 12 Proc. mehr als die trockene Rohhaut).

Die Gare der Haut giebt sich dadurch zu erkennen, daß sich beim Durchschneiden mit einem scharfen Messer eine gleichförmige, von fleischigen oder hornartigen Streifen freie Schnittfläche zeigt. Beim langsamem Biegen darf die Narbe nicht platzen oder brechen, das Leder nicht narbenbrüchig sein.

Obgleich im Allgemeinen das Verfahren des Einsetzens in Gruben so ziemlich an allen Orten das nämliche ist, so haben doch hier und da Abänderungen stattgefunden, unter denen die von Ogereau und Sterlingue die bekannteren sind.

Nach dem Verfahren von Ogereau in Paris werden die Blößen in einen großen hölzernen Bottich schichtenweise eingelegt; zwischen jede Schicht wird Lohe gestreut. Ist der Bottich bis auf $^3/_4$ angefüllt, so giebt man für die erste Operation reines Wasser und für die folgenden Operationen schwache Lohbrühe hinein. Die Flüssigkeit durchdringt die Masse allmählich und sammelt sich dann zwischen den beiden Böden an, von wo aus sie in ein Reservoir gelangt, aus welchem sie auf die Oberfläche des Bottichs zurückgepumpt wird. Auf diese Weise ist eine stetige Circulation hergestellt. Nach Ablauf eines Monats muß man den Bottich ausleeren, die Lohe erneuern und die nämliche Arbeit von Neuem beginnen. Zur Vollendung des Garwerdens der Haut ist ein dritter Satz erforderlich, welcher wie der erste und zweite gegeben wird. Die ganze Arbeit, die Wasserarbeit und das Schwellen mit gerechnet, dauert nicht länger als vier Monate. — Sterlingue hat die nämliche Idee, jedoch rationeller durchgeführt. Auch er bedient sich in die Erde versenkter Bottiche mit doppeltem Boden, zwischen welchem sich die Gerbebrühe ansammelt; sie fließt durch ein hölzernes Rohr ab, in welchem sie bis zum oberen Theile des Bottichs emporsteigt und durch eine Seitenöffnung in den folgenden Bottich gelangt. Es gelangt demnach alle auf die Oberfläche des ersten Bottichs gebrachte Flüssigkeit, nachdem sie durch alle Häute des ersten Bottichs gedrungen, in den zweiten Bottich, dann in den dritten u. s. f. Die ganze Einrichtung ist der Art, daß, wenn man zehn Bottiche hat, wovon jeder die zu gerbenden Häute mit der dreifachen Gewichtsmenge Lohe enthält, man alle 10 Tage einen Bottich entleeren und einen neuen füllen kann. Zum Gang der Arbeit sind mithin zwölf Bottiche erforderlich, wovon zehn zur Arbeit und zwei zum Ausleeren und Versetzen gehören.

§. 14.

2) Das Gerben in der Lohbrühe findet meist bei schwächeren

Häuten statt. Die zu diesem Zweck angegebenen und üblichen Methoden sind sehr verschieden, kommen jedoch im Wesentlichen darin überein, daß namentlich auf gleichmäßiges Schwellen der Häute gesehen werden muß, damit die Gerbstofflösung leicht eindringen kann, daß mit sehr verdünnten Lösungen begonnen wird, damit keine oberflächliche Gerbung die spätere Einwirkung auf den inneren Hauptheil erschwere, daß man oft umrühre, damit stets frische Gerbbrühe mit den Häuten in Berührung kommt, und daß man durch Herausnehmen und Abtropfenlassen der bereits theilweise erschöpften Flüssigkeit, durch Auspressen oder durch Walken das Eindringen neuer Flüssigkeit befördert, und dadurch viel Zeit gewinnt im Vergleich mit der sonst nur auf dem Wege der Endosmose stattfindenden Durchdringung der Haut mit Gerbstoff.

Die Gerbebrühe wird durch Extraction der Gerbematerialien mit Wasser auf kaltem Wege bereitet und zwar auf verschiedene Weise, nämlich

1) indem man die fein gemahlene Lohe unmittelbar in den Bottich (die Farbe) giebt, in welchem man die Häute behandelt, und darin die Lohe mit Wasser extrahirt, ehe man die Häute einlegt;

2) indem man einen mit doppeltem durchlöchertem Boden versehenen Bottich mit angefeuchteter Lohe anfüllt und dieselbe hierauf mit Wasser oder mit gebrauchter Lohe extrahirt bis das Ablaufende keine gerbenden Bestandtheile mehr zeigt. Der Auszug fließt in einen in die Erde eingegrabenen bedeckten Behälter;

3) die Real'sche Presse wird auch zur Extraction der Lohe angewendet, welche mittelst des Principes der Verdrängung den Vortheil der Filtration, der vollständigsten Erschöpfung mit dem kleinsten Wasserquantum und der Zeitersparniß vereinigt;

4) in Gerbereien, wo man sich der Extracte (Knoppernextract u. s. w.) bedient, stellt man die Gerbebrühe einfach durch Auflösen des Extractes in Wasser dar.

Leichtere Häute bedürfen zum Gerben in der Lohbrühe 7—8, schwerere 11—12 Wochen zur Gare.

§. 15.

Schnellgerberei.

In den französischen Sohllederfabriken sagt man: „pour faire un bon cuir, il faut avoir beaucoup de tan et du temps“. In diesem Wortspiel ist über die in den letzten Decennien gemachten Vorschläge und angestellten Versuche, die Dauer der Fabrikation des Leders abzukürzen und das alte bewährte Gerbeverfahren durch eine Schnellgerbemethode zu ersetzen, das Urtheil gesprochen. Das schwerste und beste Sohlleder ist und bleibt dasjenige, wel-

ches mit hinreichender und guter Lohe die längste Zeit in Berührung war. Die gewöhnliche Dauer des Gerbeverfahrens von zwei Jahren auf die Hälfte der Zeit, ja auf einige Monate zu verringern, ist bis jetzt als ein vergeblicher Versuch zu betrachten, denn alle nach den Methoden der sogenannten Schnellgerberei dargestellten Leder stehen weit hinter dem nach dem alten System erzeugten zurück.

Die hauptsächlichsten Vorschläge, die zur Abkürzung der Zeit des Gerbeverfahrens gemacht worden sind, lassen sich in folgender Weise classificiren (theilweise nach Knapp):

1) Die Haut wird einfach in die Lohbrühe gelegt, ein Verfahren, welches von dem Irländer Macbride (1775) herrührt, welcher demnach als der Urheber des Schnellgerbeverfahrens zu betrachten ist. Seguin (1792) verbesserte das ursprüngliche Verfahren und verschaffte demselben Aufnahme und Verbreitung. Jones, von der Idee ausgehend, daß durch den Druck, welchen die in dem Bottich oder der Grube übereinander liegenden Häute auf einander ausüben, die Gerbeflüssigkeit auf die Seite gepreßt und dadurch verhindert werde, auf die Gesammtoberfläche der Haut einzuwirken, trennt die einzelnen Häute durch Lagen von Wollstoff (Flanell) und die Zeugschichten wieder durch Lagen eines wasserdichten Stoffes. Zur Erreichung des nämlichen Zweckes legt Rossiter die einzelnen Häute auf Lattenhorden.

2) Circulation der Gerbeflüssigkeit findet statt bei den oben angegebenen Verfahren von Ogereau und Sterlingue, sowie nach der Methode von Turnbull, bei welcher eine Anzahl Gerbebottiche durch ein Röhrensystem verbunden ist, und eine an den Röhren angebrachte Druck- und Saugpumpe die continuirliche Circulation der Gerbeflüssigkeit in den Bottichen unterhält.

3) Durch vermehrte Endosmose will Turnbull das Gerbeverfahren abkürzen. Er näht zu dem Ende die Häute zu Säcken zusammen, füllt sie mit Lohe und Wasser und bindet die Säcke zu, welche nun in Catechulösung untergetaucht werden, deren specifisches Gewicht durch Zusatz von Melasse erhöht worden ist, um, wie der Urheber dieser Methode meint, einen kräftigen Austausch der Flüssigkeit in den Säcken mit der außerhalb befindlichen einzuleiten. Die Flüssigkeitsdiffusion oder Dialyse, mit welchem Namen Graham (1861) die durch eine colloïdale Zwischenwand bewirkte Trennung krystallinischer Körper von amorphen, deren Studium vielleicht den physikalischen Vorgang beim Gerbeprocesse zu erläutern geeignet ist, bezeichnet, war, als Turnbull seine Methode vorschlug, selbst in ihrer Idee noch nicht bekannt.

4) Das Bewegen der in die Gerbeflüssigkeit getauchten Häute wird zur Beförderung des Gerbens häufig angewendet, so z. B. von

Brown, welcher die Häute in einen offenen Cylinder, welcher die Einrichtung einer zum Waschen der Rüben üblichen Lattentrommel (Bd. III p. 205) hat, bringt, der unter dem Niveau der Gerbebrühe bewegt wird. Die von Squire zu gleichem Zwecke vorgeschlagene Trommel taucht nur bis zur Achse in die Gerbeflüssigkeit und ist mit Abtheilungen versehen, es werden daher die Häute abwechselnd bei jeder Umdrehung der Trommel aus der Gerbebrühe entfernt und wieder eingesenkt. C. Knoderer's Gerbeverfahren, welches in jüngster Zeit großes Aufsehen gemacht, da man von ihm behauptete, es erspare 80 Proc. an Zeit, 50—60 Proc. an Lohe und 50 Proc. an Handarbeit und liefere überdieß Leder von besserer Beschaffenheit, besteht ebenfalls zum Theil darin, daß man die Häute mit Auszug von Lohe und mit unausgezogener Lohe in Fässer bringt, dieselben verschließt und sodann eine gewisse Zeit lang sich umdrehen läßt. Nach dem Verfahren des Pariser Lederfabrikanten Vauquelin werden die Häute in erwärmter Gerbeflüssigkeit gewalkt und zwar zuerst mittelst Stampfen, später mittelst einer mit Daumen versehenen Walze; Kalbfelle sollen nach diesem Verfahren, dessen Details Dumas' Handbuch der angewandten Chemie (Bd. VII p. 693) giebt, in einem Monate, Kuhhäute in zwei Monaten und Ochsenhäute in drei Monaten gar werden.

5) Eine Anwendung von mechanischem Druck findet ebenfalls zuweilen statt, so nimmt Jones von Zeit zu Zeit die Häute aus der Gerbeflüssigkeit, breitet sie auf ein durchlöchertes Brett aus und führt sie so unter einer Walze weg. Rossiter befreit von Woche zu Woche die Häute unter einer kräftigen Presse von der erschöpften Gerbeflüssigkeit. Nach der von Cox und Herapath angegebenen Methode läßt man die Häute von Zeit zu Zeit durch Walzwerke laufen.

6) Der hydrostatische Druck ist in neuerer Zeit öfters zur Beförderung des Eindringens der Lohbrühe in die Häute angewendet worden. W. Drake näht zwei Häute mit den Narbenseiten auf einander zu einem Sack zusammen, der mit Lohbrühe gefüllt und zwischen zwei hölzerne Gitter gelegt wird, deren Stäbe der Haut als Widerlager dienen, und erwärmt die Luft des Lokales auf etwa 65°. Cogswell breitet die Haut auf eine Lage Sägespäne dergestalt aus, daß die Mitte tiefer, die Ränder höher zu liegen kommen; den so gebildeten Bausch füllt man mit Lohbrühe, welche langsam durch die Haut sickert. Chaplin stellt die aus Häuten gebildeten und mit Lohbrühe gefüllten Säcke einfach auf eine Rinne zum Abziehen der durchsickernden Flüssigkeit hin und läßt nur von Zeit zu Zeit die Säcke wenden, um einen überall gleichmäßigen Druck zu erhalten.

Nach Sautelet befestigt man je zwei Häute durch Bügel und Schrauben zwischen drei Rahmen, in solcher Art, daß sie die einander gegenüberstehenden breiten Seitenwände eines kastenförmigen Raumes bilden, dessen beide andere schmale Seiten, so wie der Boden und die Decke, von dem mittleren Rahmen ausgemacht werden. Durch ein in der Decke des Kastens befindliches Rohr läßt man aus einem höher gelegenen Reservoir die Gerbebrühe eintreten, welche nun durch hydrostatischen Druck durch die Häute hindurchgepreßt wird. (Eigenthümlich ist bei Sautelet's Verfahren, daß man, nachdem zunächst die Gerberbrühe auf die Haut gewirkt hat, eine Leimlösung hindurch gehen läßt, wodurch im Innern der Haut noch eine lederartige Substanz entstehen soll; nach der Leimlösung wendet man wieder Gerbebrühe an). Dasselbe Verfahren ist auch von Spilsbury beschrieben worden.

7) Durch Punktation. Snyder sucht den Gerbstoff dem Innern der Haut dadurch zugänglicher zu machen, daß er eine Seite der Haut, die Aasseite oder die Narbenseite vor dem Gerben auf einer Maschine mit Nadelstichen durchbohrt und so gewissermaßen künstliche Poren herstellt. Die Versuche von Knapp (1857) haben gelehrt, wie irrationell Snyder's Vorschlag ist, indem die Haut so durchdringlich und in dem Grade den Gerbestoffen zugänglich ist, daß ein Stück einer Kalbshaut in eine syrupsdicke ätherische Lösung von Gerbstoff gelegt, in höchstens einer Stunde völlig gar und ausgerbt ist.

8) Den luftverdünnten Raum zur Beförderung des Eindringens der Gerbebrühe in die Haut benutzten zuerst Knowly und Knesbury, indem sie die Häute in ein verschließbares Gefäß bringen, dessen Luft durch eine Luftpumpe ausgepumpt wird und in welches dann die Gerbeflüssigkeit kommt. In neuester Zeit hat Knoderer sich von Neuem auf das Princip des luftverdünnten Raumes als Mittel zum Schnellgerben geworfen. Combinirt man nach der von ihm beschriebenen Methode[1]) die drei Mittel: die Luftverdünnung, welche die Zellen der Haut ausdehnt und zugleich die Zersetzung des Gerbstoffes durch die atmosphärische Luft verhindert; die Bewegung, welche die Auslaugung der Lohe beschleunigt und ein stetiges Auswalken der Häute bewirkt und endlich die Wärme, als unvermeidliche Folge der Bewegung, welche die Lederbildung wesentlich befördert, so erzielt sich eine bedeutende Zeitersparniß, wie nachstehende Tabelle zeigt:

---

[1]) Knoderer, Bayr. Kunst- und Gewerbeblatt 1838 p. 660.

Zeitdauer des Gerbens mittelst des luftleeren Raumes in der Grube.			Zeitdauer des Gerbens mittelst des luftleeren Raumes, in Verbindung mit der Einwirkung einer rotirenden Bewegung u. der sich hieraus ergebenden Hitze.		
Kalbfelle	von 6 bis 10 Tagen		Kalbfelle	von 4 bis 7 Tagen	
Roßhäute	„ 35 „ 40 „		Roßhäute	„ 14 „ 18 „	
Leichte Kuhhäute . .	„ 30 „ 35 „		Leichte Kuhhäute . .	„ 12 „ 16 „	
Kuhhäute mittlerer Sorte	„ 40 „ 45 „		Kuhhäute mittlerer Sorte	„ 18 „ 20 „	
Starke Kuhhäute . .	„ 50 „ 60 „		Starke Kuhhäute . .	„ 22 „ 30 „	
Rindshäute leichter und mittlerer Sorte . .	„ 50 „ 60 „		Rindshäute leichter und mittlerer Sorte . .	„ 22 „ 30 „	
Rindshäute und Stierhäute erster Qualität	„ 70 „ 90 „		Rindshäute und Stierhäute erster Qualität	„ 35 „ 40 „	

Bei jeder der beiden Methoden ergiebt sich gleichmäßig eine Ersparniß an Rinde von 75 Proc.

§. 16.

Knapp's Beiträge zur Theorie der Gerberei.

Das gare Leder besteht aus Hautsubstanz und aus Gerbstoff. Bis auf die neueste Zeit neigten sich die meisten Techniker der Ansicht zu, als sei das Leder einfach eine chemische Verbindung der beiden genannten Körper. Wäre dies der Fall, so müßten, sagt Knapp, andere leimgebende Thierstoffe eben so gut Leder bilden, wie Hautsubstanz, was aber nicht der Fall ist. Durch Salzsäure von der Knochenerde befreite und dann ausgewaschene Knochen, ferner Fasern bilden, mit Gerbebrühe zusammengebracht, keine dem Leder nur irgend ähnliche Substanz. Andererseits zeichnen sich bekanntlich die Salze der Thonerde und des Eisenoxydes durch die Eigenschaft aus, Haut in Leder zu verwandeln, obgleich sie den Leim nicht niederschlagen. Ebenso besitzen ja auch gewisse Fette und fettsaure Metalloxyde (Metallseifen) lederbildende Eigenschaften. Verbindet sich ein organisirter Körper, wie im vorliegenden Falle die Hautfasern mit einem anderen chemisch, so verliert wohl durchweg der organische Körper seine histologische Form und die Verbindung ist nicht mehr faserförmig. Beim Gerben nehmen wir aber wahr, daß die anatomische Structur der Faser keine Veränderung leidet, daß eine Verbindung der Faser mit Gerbstoff, wie es scheint, nicht nach stöchiometrischen Verhältnissen vor sich geht, und daß das auf der Faser fixirte Gerbemittel sich wie chemisch nicht gebunden verhält, die Gerbsäure der Haut wird wie die freie Gerbsäure durch Eisensalze geschwärzt, durch alkalische Lösungen bei Zutritt der Luft unter Bildung von Humussubstanzen auch geschwärzt 2c. Das durch verdünnte alkalische Flüssigkeiten von der Gerbsäure befreite Leder läßt sich durch Kochen in Wasser vollständig in Leim überführen. Durch langes

Kochen mit Wasser geht das rothgare Leder in eine zähe Masse über, welche in der Kälte hart und spröde wird und sich leicht pulvern läßt; diese Masse ist Leimtannat. Aus von Knapp angestellten zahlreichen Versuchen, um den Einfluß zu ermitteln, welchen die Blöße auf die Gerbemittel äußert, ob sie deren Zersetzungen zu bewirken vermag, welche Quantitäten davon aufgenommen werden u. s. w., ergab sich, daß die Mengen des Gerbemittels, welche das Leder beim Gerbeproceß aufnimmt, von der Concentration und von der Natur des Lösungsmittels abhängen, und daß, wie bei Anwendung von Fettsubstanzen, eine Gerbung stattfinden kann, ohne alle fixirende Einwirkung der Haut auf das Gerbemittel, und allein nur durch den Antheil der Lösung, welcher in den Poren zurückbleibt und daselbst eintrocknet. Die Vorstellung einer chemischen Verbindung des Gerbemittels mit der Haut ist daher jetzt nicht mehr zuläßig.

Die aus feinen Fasern bestehende Lederhaut erscheint nach dem Trocknen als eine durchscheinende hornähnliche Masse, in welcher die Fasern so innig und fest zusammenhängen, daß es durch die Operationen des Zurichtens (Recken, Krispeln) nicht möglich ist, sie von einander zu trennen und ihr diejenige Geschmeidigkeit zu geben, welche das Leder charakterisirt. Da die hornähnliche Beschaffenheit der getrockneten Haut also eine Folge des Aneinanderklebens der Fasern ist, so ließe sich annehmen, daß alle Mittel, welche jenes Zusammenkleben zu verhindern im Stande sind, zum Gerben sich eignen. Die Gerbung ist thatsächlich nicht unmittelbar das Product einer Bindung der Gerbmaterialien durch die Haut; dieser Zustand ruht überhaupt nicht in dem Gerbemittel, sondern wesentlich in der Beschaffenheit der Haut. Die Gerbemittel haben vor allem den Zweck, in die Poren der Blöße einzudringen und die Fasern zu umhüllen. Dieß geschieht meist in der Weise, daß das Gerbematerial durch Flächenanziehung auf die Faser niedergeschlagen und daselbst unlöslich fixirt wird, wie die Pigmente auf den Gespinnstfasern; in Fällen, wo die Flächenattraction nicht genügt, eine Substanz aus ihrer Lösung zu fällen, geht die Einhüllung der Faser durch Eintrocknen der Lösung zwischen den Fasern vor sich. Sehr begierig werden den Harzen nahestehende, jedoch in Wasser lösliche Körper wie Gerbstoff und Pikrinsäure, ferner die Salze der Thonerde, des Eisenoxydes und des Chromoxydes von den Fasern gefällt, andere, wie die Fettsubstanzen, dagegen nicht. Einige Gerbsubstanzen, wie der Gerbstoff der Eichenrinde, besitzen die Eigenschaft, die Faser in der Weise einzuhüllen, daß das Zusammenkleben vollständig verhindert wird und die Haut nach dem Trocknen ohne weitere Zurichtung offen und geschmeidig erscheint; bei anderen Gerbematerialien, wie bei den Thonerdesalzen, findet zwar ein Zusammenkleben statt und die Haut erscheint nach dem

Trocknen dicht und hornartig, der Zusammenhang der Fasern ist aber sehr locker und kann der Haut dann durch Ziehen und Dehnen mit Leichtigkeit die Beschaffenheit des Leders gegeben werden. Ist nun in der That der Gerbeproceß nicht auf chemische, sondern nur auf physikalische Principien zurückzuführen und das Leder im weiteren Sinne des Wortes Blöße, deren Fasern durch irgend ein Mittel am Zusammenkleben verhindert sind, so muß auch die Haut selbst ohne jedes Gerbemittel in Leder überzuführen sein, sobald es gelingt, das Zusammenkleben der Fasern beim Trocknen zu verhindern. Knapp hat nun durch Behandeln der Haut mit Alkohol und Aether derselben die Beschaffenheit von weißgarem Leder gegeben. Sie ist ein Leder ohne allen Gerbstoff und da zu einer chemischen Verbindung mindestens zwei Dinge gehören, so schließt es die Verwandelung der Haut durch Alkohol völlig aus, die Gerbung als das Resultat einer chemischen Verbindung zu betrachten.

Man verlangt im Allgemeinen vom Leder, daß es nicht in Fäulniß übergehe; selbstverständlich ist dies nicht absolut zu nehmen, am besten widerstehen der Fäulniß die roth- und ölgaren Leder, am wenigsten die alaungaren. Die gewöhnlichen Gerbematerialien wie die Gerbsäure, die Thonerde- und Eisenoxydsalze sind kräftige Antiseptica, und bilden, eben so auch die Fette in der Sämischgerberei, eine der Faser adhärirende, sie dicht umhüllende Schicht, welche die Faser vor dem Zutritt der Luft schützt und sie minder mikroskopisch macht.

Wenn in gewissen Fällen, wie bei Anwendung von Eichenlohe, die Gerbung in Wasser nicht mehr rückgängig gemacht werden kann, während sie bei alaungarem Leder durch Wasser wieder aufgehoben wird, so ist dies, wenn man vergleichen will, ungefähr dasselbe Verhältniß, das man in der Färberei und Zeugdruckerei mit dem Namen der ächten und unächten Farben bezeichnet.

§. 17.

C. Das Zurichten der lohgaren Häute.

Nach dem gehörigen Ausgerben der Häute in der Grube oder in der Brühe werden die Leder, um Handelswaare zu sein, noch dem sogenannten Zurichten (corroyer, *currying leather*) unterworfen, eine Arbeit, welche in Deutschland von dem Gerber selbst vorgenommen, in Frankreich dagegen von dem Zurichter (corroyeur) besorgt wird. Die einzelnen Operationen des Zurichtens und ihre Aufeinanderfolge ist nicht bei allen Ledersorten gleich, sondern richtet sich nach der Art und Bestimmung des Leders. Am einfachsten ist die Zurichtung des Sohlenleders, da dieses bei seiner Verarbeitung von Seite des Schuhmachers seine natürliche Oberfläche verliert und auch

die Geschmeidigkeit nicht in Betracht kommt, so sind alle Arbeiten, die sich auf diese beiden Punkte beziehen, überflüssig. Bei dem Sohlenleder handelt es sich hauptsächlich um Dichte des Gefüges, um die erforderliche kernige Beschaffenheit, die dem Leder Schutz gegen die Abnutzung durch Reibung gewährt. Sowie das Sohlenleder die Gruben oder die Bottiche verläßt, hat es noch nicht die erforderliche Dichte, um beim Gebrauch nicht nachzugeben und seine Gestalt und seine Dimensionen zu verändern. Das Zurichten des Sohlenleders hat mithin hauptsächlich die Bestimmung, dem Leder auf mechanischem Wege, namentlich durch Hämmern diejenige Dichte zu geben, welche es außerdem bei seiner Benutzung als Sohle annehmen würde.

Sobald die Häute der Grube entnommen worden sind, wird die anhängende Lohe abgekehrt, worauf sie an einem schattigen Orte getrocknet werden. In größeren Gerbereien wendet man mit Vortheil erwärmte Luft und Ventilation zur Beförderung des Trocknens an. Wenn sie beinahe trocken sind, werden sie über einen ebenen und glatten Stein ausgebreitet, und mit hölzernen, oder auch eisernen Hämmern geschlagen. In größeren Gerbereien wendet man zum Hämmern große durch Dampf oder Wasser bewegte Schwanzhämmer (vergl. Bd. I p. 283) an, wie man sie bei der Bearbeitung des Schmiedeeisens benutzt. In einem Etablissement zu Paris richtet man täglich mit einem solchen Hammer von 10 Kilogr. Gewicht, welcher in der Minute 200 Schläge macht, 30 Häute zu, während mit Handhämmern im günstigsten Falle 25 Häute und zwar nie so vollkommen zugerichtet werden können.

Seit etwa zwanzig Jahren bedient man sich vielfach der Maschinen zum Lederklopfen. Eine der ältesten Vorrichtungen der Art ist die von Bergue (1840), bei welcher eine am Ende eines Balanciers angebrachte Rolle das Leder (ohne Stoß) comprimirt. Pernet wandte 1842 zu gleichem Zwecke ein aus zwei Walzen bestehendes Walzwerk an; indem man die Walzen enger oder weiter stellte, ließ sich der Grad der Compression des Leders beliebig reguliren. Am vorzüglichsten wohl ist die Wirkung einer gleichzeitig in Paris aufgetauchten Maschine von Sterlingue, welche sich von dem mechanischen Hammer dadurch unterscheidet, daß sie nach Art eines Fallwerkes eingerichtet ist und die Leder bei der Bearbeitung auf einer geheizten Unterlage ruhen. Bei raschem Betriebe giebt sie in der Minute 60—80 Schläge und hämmert täglich 60 Häute. Die Berendorf'sche Maschine (1842), welche vor der von Sterlingue den Vorzug hat, daß sie ohne Stoß arbeitet und einen Druck ausübt, welcher je nach der Dicke und dem Trockenheitsgrade des Leders regulirt werden kann, besteht aus einem

vertikal beweglichen Stempel, dem Ambos, einem zweiarmigen Hebel oder Balancier zur Bewegung des Stempels, endlich aus einer Umtriebsmaschine, welche den Balancier in Bewegung setzt. Der Stempel ist mit dem Balancier verbunden und an dem entgegengesetzten Ende des Balanciers eine Kurbelstange angeschlossen, welche mit einer Kurbelwelle in Verbindung steht. Es wird somit die Rotationsbewegung der letzteren in eine oscillirende des Balanciers und die auf- und niedergehende des Stempels verwandelt. Der Ambos kann vom Arbeiter beliebig gehoben oder gesenkt werden, je nachdem das Leder schwache oder starke Stellen hat; es ruht übrigens auf elastischer Unterlage, welche durch einen an den Enden befestigten Balken hergestellt ist. Bringt man mithin das Leder zwischen den Stempel und den Ambos, ehe ersterer niedergeht, so wird beim Auftreffen des Stempels das Leder comprimirt, aber bis zu einem beliebigen Grade, da der Ambos in Folge seiner elastischen Unterlage nachgiebt. Der Stempel macht 80 Schläge in einer Minute und kann in einer Stunde drei Häute hämmern. Bei der Maschine von Jean und Scellos ist der Dampfhammer zum Klopfen des Sohlenleders in Anwendung gebracht: In einem vertikalen Cylinder bewegt sich ein Kolben, an welchem ein Hammer hängt. Läßt man Dampf unter den Kolben treten, so wird der Hammer gehoben; am oberen Ende des Hubes sich selbst überlassen, fällt der Hammer in Folge seines Gewichts und der über dem Kolben befindlichen comprimirten Luft zurück. Der Ambos ruht auf Federn. Die Intensität des Schlages läßt sich mittelst der Steuerung reguliren, welche so eingerichtet ist, daß der Hub und die Geschwindigkeit des Hammers abgeändert werden kann und der schnelle Stoß eine mehr quetschende Wirkung ausübt. Endlich die 1860 von Romgen in Paris construirte Maschine zum Klopfen des Leders besteht ebenfalls aus Stempel und Ambos, nur ist der letztere, um das Zerquetschen des Leders zu verhindern, in einen hohlen gußeisernen Cylinder gestellt, welcher eine Anzahl auf einander gelegter, aber durch Blechplatten von einander getrennter Scheiben von Kautschuk, Leder u. dergl. enthält. Anstatt solche elastische Scheiben anzuwenden, kann man auch den unteren Theil des Cylinders mit dem Dampfkessel in Verbindung setzen; ein solches Dampfpolster unter dem Kolben würde den beabsichtigten Zweck vollständig erfüllen. Statt des Dampfpolsters könnte man auch comprimirte Luft verwenden, welche wie eine Feder wirkt.

§. 18.

Die Zurichtung des Schmal- oder Fahlleders ist weit complicirter als die des Sohlenleders und nach der Bestimmung des Leders eine verschiedene.

Die erste mechanische Operation, welcher die genannten Lederarten in der Regel unterworfen werden, ist das sogenannte Falzen (Ausschlichten, Dolliren, doller, drayer), welches das Entfernen der rauhen, überflüssigen Fasern, Knoten und Schorfen der Fleischseite, um der gegerbten Haut nicht nur eine durchaus gleichmäßige Dicke, sondern auch die für die verschiedenen Anwendungen erforderliche Geschmeidigkeit zu geben, zum Zwecke hat. Die in Rede stehende Arbeit wird mit einem scharfen zweischneidigen Messer, dem Falz- oder Dollirmesser, verrichtet, indem man die zu bearbeitende Haut auf dem Falzbock, der dieselbe Form hat wie der Schabebock (vergl. Seite 27), mit der Narbenseite nach unten legt, und mit dem Falzmesser schabt. Bei der Zurichtung von Ziegen-, Lamm- und Schafleder für Handschuhmacher, Portfeuillearbeiter u. dergl. wird das zu falzende Fell auf eine polirte Marmorplatte aufgespannt und jede unebene, rauhe und vorstehende Stelle der Haut durch das flach aufgelegte, etwas bogenförmig über die Fläche geführte Falzmesser hinweggenommen. Es liegt auf der Hand, daß die Arbeit des Falzens große Uebung und ununterbrochene Aufmerksamkeit von Seite des Arbeiters voraussetzt; auch geschieht es nicht selten, daß selbst ein geschickter Arbeiter bei aller Vorsicht mit dem Messer ausgleitet oder zu tief einschneidet oder ausschürft und dadurch das Leder beschädigt.

Genannter Umstand hat die Veranlassung gegeben, Versuche anzustellen, das Falzen oder Dolliren (besonders des Handschuhleders) auf mechanischem Wege auszuführen. Nachdem von Alcan angeblich versucht worden war, das den Cylinderscheermaschinen von Lewis und Davis (vergl. Bd. IV pag. 252) zu Grunde liegende Princip auf das Falzen des Leders zu übertragen, gelangte Choccillon (1859) zu der Ueberzeugung, daß das gesuchte Ziel nur durch eine Art Abreiben oder Abschleifen erreicht werden könne. Die neue Arbeitsmethode beruht wesentlich auf der Anwendung eines rauhen, an seinen beiden Enden konisch zulaufenden und abgeplatteten Steincylinders, welcher auf eine schmiedeeiserne Axe aufgeschoben ist und in rotirende Bewegung versetzt wird. Diese Axe ruht auf gußeisernen Ständern, welche durch eiserne Querschienen verbunden sind, die gleichzeitig zur Stütze und Befestigung einer senkrecht vor dem Cylinder in die Höhe steigenden Holztafel, eines sogenannten Bruſtbretes, wie bei den Drehbänken dienen. Der Arbeiter legt das zu falzende Leder über den Cylinder, indem er gleichzeitig ein Ende des Felles mit dem Leibe gegen das Brett andrückt. Nachdem er die Haut über den rotirenden Cylinder glatt ausgebreitet, drückt er mit der rechten Hand über diejenigen Stellen der Haut, welche dünn gemacht werden sollen. Die Walzen, die eine rauhe körnige Oberfläche besitzen müssen, bestehen aus

einer leicht gebrannten Masse aus Porcellanerde, Quarz, Glas- und Bimssteinpulver.

Als Vortheile des neuen Falzverfahrens giebt man an Erzielung billigerer Arbeit und Herstellung eines besseren, stets schnittfeinen und gleichförmigen Produkts.

Den nämlichen Zweck wie das Falzen verfolgt das Schlichten und findet besonders dann Anwendung, wenn stärkere Schichten Leder hinwegzunehmen sind, wie es hauptsächlich bei dem für Schuhmacherarbeiten bestimmten Kalbleder vorkommt. Die gegerbte Haut wird nach dem Trocknen auf einem Rahmen, den Schlichtrahmen aufgehängt, in der Weise, daß nur das eine Ende eingeklemmt ist, das andere dagegen vom Arbeiter mit einer Zange gepackt und dadurch angespannt wird. Den angespannten Theil schlichtet oder beschneidet er nun mit dem Schlichtmonde (lunette, *paring or moon knife*), einer eisernen, verstählten, etwas concaven und scharfgeschliffenen Scheibe, etwa 18—30 Centimeter im Durchmesser und in der Mitte mit einem mit Leder eingefaßtem Loch versehen, in welches der Arbeiter die Hand steckt und nun mit der converen Schneide das Leder auf der Fleischseite hinwegnimmt. Zur besseren Bezeichnung der Stellen, die hinweggenommen werden sollen und damit die Schneide des Schlichtmondes besser eingreift, bestreicht man vor dem Schlichten die Fleischseite mit Kreide.

§. 19.

In Folge des Trocknens des Leders kleben die Fasern der Haut etwas aneinander und die Narbe wird flach, glatt und ungleich. Um nun die Narbe des Leders zu heben und dem Leder selbst ein gleichmäßiges und gefälliges Ansehen zu geben, wendet man die Operation des Krispelns an. Das hierzu angewendete Werkzeug, das Krispelholz (paumelle, *graining-board*) ist von hartem Holze, gewöhnlich aus Buchsbaum gefertigt, ungefähr 30 Centimeter lang und 10—12 Centimeter breit, auf der oberen Seite flach und eben, aber unten der Länge nach gewölbt, so daß es in der Mitte am dicksten ist. Die untere Seite ist der Quere mit parallelen Kerben versehen, welche von Zeit zu Zeit mit Hülfe einer Feile wieder zugeschärft werden. Oben ist an das Krispelholz ein Lederriemen befestigt, durch welchen der Arbeiter die Hand steckt. Das zu krispelnde Leder wird auf eine Tafel gelegt, am Tischrande mit eisernen Klammern befestigt, die Hautstelle, welchen eben gekrispelt werden soll, wird umgebogen, das Krispelholz auf die Biegung oder Falte gesetzt, und mit dem Leder, auf welchem sie liegt, hin- und herbewegt, so daß die Falte ebenfalls hin- und hergeht, wodurch die natürliche Hautnarbe gleichförmig zum Vorschein kommt. Von Zeit zu Zeit wird die

gekerbte Fläche des Krispelholzes durch Aufsetzen auf befeuchtete Lederabschnitzel befeuchtet, damit sie besser auf das Leder aufgreift. Bei starken Ledern pflegt man drei Mal zu krispeln, das erste Mal liegt die Narbenseite nach oben, dann die Aasseite und zuletzt wieder die Narbenseite. Der Vorgang beim Krispeln ist derselbe als wenn man bei einem trocknen Stück Leder, dessen Narbenseite oben liegt, eine Ecke desselben über die Narbenseite aufschlägt, die flache Hand über die Falte legt und mit der Hand die Falte hin und her rollt, wodurch sich die Narbe hebt und in ihrer natürlichen Beschaffenheit zum Vorschein kommt.

Solche Ledersorten, welche wie die zu den Krempeln und Cylinder dienenden, keine Narbe zu besitzen brauchen, sondern glatt sein müssen, werden nach dem Falzen genetzt, mit einem Messer (dem Aussetzer) glatt gestrichen und dann wiederholt auf beiden Seiten mit Bimsstein abgeschliffen. Man nennt diese Arbeit das Ponciren oder Bimsen. Gegenwärtig wendet man in Paris zu dieser Arbeit die oben (Seite 46) beschriebene Schleifmaschine an.

Leder, welche nach dem Krispeln noch mehr Glanz erhalten sollen, wie in der Regel die gefärbten Leder, werden noch pantoffelt, d. h. es wird das mit der Narbenseite nach oben auf einer Tafel liegende Leder mit dem Pantoffelholz gerieben, nämlich eben so behandelt wie mit dem Krispelholz. Das Pantoffelholz hat mit dem Krispelholz viel Aehnlichkeit, nur ist ersteres auf der unteren Seite statt mit Narben versehen, mit Korkholz (Pantoffelholz) belegt, welches auf der Außenseite gut geglättet ist. Das Pantoffeln giebt nicht nur der Narbe Glanz, sondern verleiht auch der Aasseite ein zartes, sammetartiges Ansehen. Wo noch größere Glätte verlangt wird, wie bei dem gelben lohgaren zu Sattlerarbeit bestimmten Leder (Blankleder), wird das Leder nach dem Krispeln und Pantoffeln auf eine Tafel gelegt und mit der Plattstoßkugel die Narbe platt gestoßen. Die Plattstoßkugel besteht in einer vierkantigen Platte aus Eisen, die auf der unteren Fläche ihrer Länge nach gekerbt ist und oben mit einem hölzernen Handgriffe versehen ist. Nach dem Plattstoßen wird das Leder auf der Narbenseite noch mit der Blankstoßkugel oder dem Blankstoßcylinder glatt und blank gerieben. Letzterer besteht aus einer Glaswalze von 0,3 Meter Länge, und 10 Centimeter Dicke (ehedem ward statt des Cylinders eine mit Handhabe versehene Kugel von grünem Glase angewendet), womit das Leder auf dem Blankstoßbocke, welcher mit dem Falzbock übereinstimmt, geglättet wird.

Häufig wird auch das Sattelleder gepreßt, um seine Narbe dem des Schweineleders ähnlich zu machen, welches weniger häufig zum Gerben kommt. Diese künstliche Narbe giebt man mit Hülfe von Walzen, dessen Ober-

fläche stumpfe Erhöhungen hat, durch welche sich entsprechende Grübchen in das Leder eindrücken.

Um das Leder gleichmäßig auszudehnen und um Falten und andere Unebenheiten, die sich durch ungleiches Zusammenziehen beim Trocknen gebildet haben, fortzuschaffen, werden die Leder benetzt und auf einer Tafel ausgestrichen oder ausgesetzt. Das Ausstreichen geschieht mit einer stumpfen Streichklinge (Aussetzer, Ausstreicher), die mit einer hölzernen Handhabe versehen ist und senkrecht auf das auf der Tafel liegende Leder aufgesetzt wird. Die Klinge ist von Eisen oder von Messing, oder (bei dünnem Leder) von Horn; und für starkes Leder mit stumpfen Zähnen versehen.

§. 20.

Lederspaltmaschine (*splitting machine*). Seit länger als 25 Jahren bediente man sich zuerst in England, und seitdem auch in Frankreich, einer Maschine, mittelst deren man schwere Ochsen- und Kuhhäute horizontal durchschnitt, spaltete, um daraus zwei Theile zu erhalten, wovon die Narbenseite im lackirten Zustande für Wagenverdecke, und die innere oder Fleischseite, ebenfalls lackirt, für Kutschkränze, Kothflügel oder auch für Mützenschirme diente. Auch viele Handschuhleder, die Leder für Buchbinder, Portefeuillearbeiter (namentlich für Cigarrenetuis, Portemonnaies und dgl.), welche in ihrer natürlichen Dicke nicht brauchbar sind, werden gespalten, wo dann ein jedes der beiden Blätter zu besonderen Zwecken benutzt werden kann. Bei Sämischleder wurde früher die Narbe mittelst eines scharfen Messers abgestoßen. Der englische Fabrikant ging von der Ansicht aus, daß, wenn er die Narbe mit der Spaltmaschine so dünn von der Haut abnehmen könnte, wie sie der Sämischgerber in kleinen Streifen abstößt, die Arbeit billiger und besser geschehe und die in einem, wenn auch dünnen Stücke gewonnene Narbenseite irgend eine Verwendung finden werde. Die Industrieausstellungen in Paris 1855 und in London 1862 haben gezeigt, daß diese Bestrebungen den gewünschten Erfolg hatten. [1])

Die Spaltmaschinen haben verschiedene Construction. Das Eigen-

---

[1]) Auf der Pariser Ausstellung des Jahres 1855 waren von Peto und Bryan Erzeugnisse eines Verfahrens ausgestellt, welches vielfache Aufmerksamkeit auf sich zog. Sie zeigten Sohlleder und Saffian von einer und derselben Haut gefertigt. Vor dem Gerben wurde nämlich die Fleischseite der Haut abgespalten, was, wenn die Operation gut vollzogen wird, dem Werthe des Sohlleders keinen Eintrag thun soll; die abgespaltene Narbenseite dient sodann zur Saffianbereitung.

thümliche der von Poole vorgeschlagenen Maschine besteht in der Anwendung eines aus einem endlosen Bande von Eisen- oder Stahlblech bestehenden Messers. Bei solchen Spaltmaschinen, die mit einem gewöhnlichen Messer arbeiten, wird oft das Gewicht des Abfallleders so groß, daß es die Haut von der Walze, auf welcher sich das zu spaltende Leder aufrollt, um dadurch der Schneide des Messers entgegengeführt und gespalten zu werden, nach abwärts zieht, wodurch das gespaltene Leder eine ungleiche Dicke erhält und nicht selten zerschnitten wird. Bei der Maschine von Poole ist eine Vorrichtung angebracht, durch deren Wirkung jeder Theil der Haut gleichmäßig gegen die Walze angedrückt wird. Wie groß und wie unregelmäßig nun auch die Dicke der Haut sein mag, so erhält das Spaltleder immer eine gleichmäßige Dicke. Die meisten Spaltmaschinen haben den Nachtheil, daß man, wenn das Messer geschärft werden soll, dasselbe aus dem Gestelle herausnehmen oder doch wenigstens die Arbeit unterbrechen muß. Diesem Uebelstande zu begegnen und das Messer immer scharf zu erhalten, sind oberhalb und unterhalb des Messers zwei rotirende Schleifsteine angebracht, welche gegen die Schneide desselben so wirken, daß sie diese immer scharf erhalten.

§. 21.

Die letzten Zurichtearbeiten bestehen, wenn es sich um Schmal- und Oberleder handelt, bei denen Biegsamkeit ein Haupterforderniß ist, in dem Einfetten, Einlassen oder Tränken des Leders, wozu gewöhnlich Fischthran oder ein Gemenge von Fischthran mit Talg oder am besten sogenanntes Gerberfett oder Dégras verwendet wird, welches letztere veränderter Thran ist, welcher in der Sämischgerberei benutzt und aus den gegerbten Fellen durch Potaschenlösung wieder gewonnen wurde. Eine von Varrentrapp in Braunschweig untersuchte Probe von Dégras enthielt 80 Proc. fette Säuren, 10 Proc. Leim und extractähnliche Substanzen, 2 Proc. Kalk und 0,5 Proc. Potasche, außerdem Wasser. Rieckher fand (1862) in Dégras aus

	Paris.	Köln.
Fettsubstanz	31,25	64,58
Kali und Salze	6,25	18,75
Wasser	62,50	16,67
	100,00	100,00

Wo Dégras nicht billig zu haben ist, kann man nach angestellten Versuchen mit gleichem Vortheil ein Gemenge aus 1 Kilogramm Thranseife und 3 Kilogr. Thran benutzen. Damit der gewöhnliche Thran zum Tränken des

Leders geeigneter werde, soll man ihn nach Marx durch Schütteln mit Gerbstofflösung (Abkochung von Eichen- oder Fichtenrinde) reinigen. Das Einfetten muß im nassen Zustande der Haut geschehen, und ist gewöhnlich die Operation, welche mit den ausgegerbten Häuten zunächst vorgenommen wird.[1]) Beim Trocknen tritt dann das Fett an die Stelle des verdunstenden Wassers und füllt die Poren aus.

Die für Schuhe und Stiefel bestimmten Leder pflegt man auf der Fleischseite schwarz zu färben, indem man dieselben mit frischer angefeuchteter Lohe abreibt und mit Eisenbrühe, welcher etwas Kupfervitriol zugesetzt ist, mit einem Schwamm oder mit einer Bürste bestreicht, hierauf auszieht, dann krispelt, schlichtet, pantoffelt und nochmals mit einem Teig, aus Thran, Talg, Kienruß, etwas gelbem Wachs, Seife und Eisenvitriol bestehend, einreibt. Diese Schwärze füllt die Poren und schützt gegen die nachtheilige Einwirkung der Stiefelwichse, welche in der Regel mit Säure versetzt ist, liefert auch beim Putzen ein schöneres Schwarz, als bei dem auf der Narbenseite geschwärzten Kalbleder. Zuletzt überzieht man das Leder noch mit einer Mischung aus Talg und etwas Leimlösung, glättet das Leder mit einem converen Stück glatten Glases und überzieht es mit dünnem Leimwasser.

Zuweilen handelt es sich darum, dem Leder, z. B. dem für elegante Reitzeuge bestimmten, eine hellere Farbe zu ertheilen. Man erreicht dieß durch Aufstreichen einer sauren Mischung, aus Salzsäure und Alaunlösung bestehend, sofort nach dem Einfetten und bevor man die Häute zum Trocknen aufhängt. Auch nimmt man schon beim Gerben auf die helle Farbe des Leders Rücksicht, indem man mit Weidenrinde oder Sumach gerbt und den Thran zum Einfetten durch Behandeln mit Knochenkohle entfärbt. Zu den eleganten Sattelsitzen liefern, wie bereits oben gesagt, nur Schweine das passende Leder. In England mästet man Schweine eigens zu diesem Zweck mit der Vorsicht, sie an dem Abstoßen der Borsten u. s. w. völlig zu hindern, um auf dem Leder die Haarporen gleichmäßig vertheilt zu erhalten. Jedes Schwein wird in einen schmalen Behälter, dessen Ecken überall abgerundet, dessen Holz geglättet ist, eingesperrt und alle zwei Tage gewaschen. Am Rhein pflegt man drei Schweine in einen Stall zu thun und sie auch nicht mit gleicher Sorgfalt

---

[1]) Wenn das Leder sofort nach dem Ausgerben eingefettet wird, so sind die Abfälle, die durch die späteren Zurichteoperationen sich ergeben, fetthaltig. Eine zweckmäßige Verwendung sah ich kürzlich in der großen Lederfabrik von Kugler in Passau, in welcher diese Abfälle in Leuchtgas verwandelt werden, womit die Fabrik beleuchtet wird, während die Rückstände von der Gasbereitung in Schwärze übergeführt und in den Handel geliefert werden.

wie in England zu behandeln. Darin ist zum großen Theil der Grund zu suchen, aus welchem das Mainzer Sattelleder, obwohl in Deutschland das schönste, doch an Gleichmäßigkeit der Narben dem besten englischen bedeutend nachsteht. Das Erzeugen einer künstlichen Narbe durch Pressen kann keine Waare liefern, welche an Dauer und Schönheit sich mit der natürlichen messen kann.

§. 22.

Juchten oder Juften.

Unter Juften oder Juchten (cuir de Russie, *russian leather*) versteht man ein durch seine Festigkeit, Wasserdichte, so wie durch einen eigenthümlichen Geruch sich auszeichnendes, meist roth oder schwarz gefärbtes Leder, welches bisher fast ausschließlich in Rußland verfertigt und von da in großer Menge bezogen wird. Der Name Juften stammt von dem russischen Worte Jufti ab, welches ein Paar bedeutet, und scheint für die Juftenleder hauptsächlich daher abgeleitet zu sein, weil die Felle beim Gerben paarweise zusammengenäht werden.

Man nimmt dazu gewöhnlich Häute von zwei- bis dreijährigen Rindern, doch bedient man sich auch der Roßhäute, der Kalb- und Ziegenfelle. Die bei der Fabrikation des Juchtenleders vorkommenden Operationen sind:

1) Das Reinigen der Häute wird wie gewöhnlich, und das Enthaaren derselben wird mittelst Kalk ausgeführt;

2) das Schwellen nach dem Enthaaren verrichtet man entweder mit Sauerwasser aus Gerstenschrot, mit ausgegerbter und sauer gewordener Lohbrühe, oder mit Kaschka (mit Wasser zu einem dünnen Brei zerriebenen Hundekoth);

3) das Gerben der Juchten geschieht nicht mit Eichenrinde, sondern mit der Rinde mehrerer Weidenarten, namentlich der Gerberweide, auch mit Birken- und Fichtenrinde, oder auch mit allen drei Arten von Rinden. Man beginnt das Gerben damit, daß man die Blößen einige Tage in erschöpfter Gerbebrühe liegen läßt, worauf man sie mit dem zerkleinerten Gerbematerial in Gruben mit Wasser schichtet, oder auch in einen warm bereiteten Auszug der Rinden legt. Die Dauer des Gerbens beträgt 5—6 Wochen.

4) Die garen Häute werden aufgeschlagen, auf den Schabebock aufgestrichen und mäßig getrocknet, worauf sie mit Birkenöl (Deggut, Dachert) getränkt werden. Dieses Oel gewinnt man in Rußland durch Theerschweelerei aus der weißen Birkenrinde (nach einigen Angaben aus der korkigen Rinde im Frühjahre, meist mit Zusatz von Birkenzweigen mit Knospen), es enthält die gewöhnlichen Produkte der trockenen Destillation des Holzes — Benzol,

Carbolsäure, Paraffin. — Mit diesem Oel werden die auf einer Tafel mit der Fleischseite nach oben ausgebreiteten Häute mit Lappen eingerieben und dieses so lange fortgesetzt, bis die Haut vollständig mit dem Oel imprägnirt ist. Hierauf werden die getränkten Häute so lange gereckt, bis sie geschmeidig geworden sind. Die Häute werden hierauf auf der Narbenseite mit Alaunlösung bestrichen und nach dem Trocknen mit einer gekerbten Walze überfahren, um auf der Oberfläche ein beliebiges Korn zu bilden. Nunmehr werden die Häute getrocknet und dann gefärbt, indem man zwei Häute mit der Narbenseite übereinander legt, an den Kanten zusammennäht, so daß ein Sack daraus gebildet wird, in welchen man die Farbenbrühe gießt.

Zur rothen Farbe bedient man sich einer mit Kalkwasser bereiteten Abkochung von rothem Sandelholz und Fernambukholz, zu welcher man etwas Potasche oder Soda gesetzt hat. Nach neueren Nachrichten soll man gegenwärtig nicht mehr die rothe Farbebrühe in die zusammengenäheten Häute gießen, sondern damit mit Hülfe einer Bürste die Häute 5—6 mal bestreichen.

Die noch etwas feuchten Felle werden dann aufeinander gelegt, damit sie gleichmäßig anziehen, hierauf auf der Fleischseite gefalzt, geschlichtet, gekrispelt und pantoffelt, auf der Narbenseite noch mit Thran und Birkenöl getränkt und mit Flanell abgerieben.

Man verwendet bekanntlich das Juchtenleder zum Einbinden von Büchern öffentlicher Bibliotheken, wo es in Folge der riechenden Bestandtheile des Birkenöles, womit das Juchtenleder getränkt ist, die Insecten und Würmer vertreibt, zu Stiefeln, Säckler- und Riemerarbeiten.

§. 23.

Saffian.

Mit dem Namen **Saffian**, **Maroquin** oder **türkisches Leder** (maroquin, *marocco leather*) wird ein aus Bock- und Ziegenfellen bereitetes, sehr feines und weiches gefärbtes (nicht lackirtes) Leder bezeichnet. Man unterscheidet die ächten Saffiane (Maroquins) aus Ziegenfellen bereitet, die unächten Saffiane (bassanes, *sheepskins*) aus Schaffellen bereitet, gespaltene Schafleder (bassanes fendues, *splits*) und dünn ausgearbeitete Kalbleder für Buchbinder- und Portefeuillearbeiten.

Die Fabrikation der Saffiane gilt für eine arabische Erfindung und noch gegenwärtig werden im Norden Afrika's, besonders in Marokko, in der Türkei und in Persien beträchtliche Mengen davon angefertigt, welche noch bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts, um welche Zeit der Saffian in Europa erst Eingang fand, und in Folge der geringeren Qualiät der europäischen

Saffiane, noch bei Beginn des laufenden Jahrhunderts überall hin verbreitet wurden. Vorzugsweise berühmt war der in Aleppo und zu Fez und Tetuan gefertigte Saffian. Ursprünglich fabricirte man nur rothe, schwarze und gelbe, später erst grüne Saffiane, welche auch noch immer die Hauptfarben der Fabriken des Orients sind.

Die Einführung der Saffianbereitung in Europa verdanken wir der *Society of the improvement of arts* in London und dem Grafen Maurepas in Paris. Erstere sandte 1730 einen Armenier, Namens Philippo, nach Kleinasien, letzterer einen Franzosen Granger nach der Levante, um dort die Geheimnisse der Saffianfabrikation zu ergründen, und von diesen wurden die ersten derartigen Fabriken in England und Frankreich angelegt. Nach Deutschland kam der erste, nach levantischer Art fabricirte Saffian im Jahre 1794 aus dem Oberelsaß. Bald darauf wurde die Fabrikation des Saffians in Deutschland bekannt und die ersten Fabriken in Württemberg angelegt. Lange Zeit jedoch behielten die französischen und englischen Saffiane vor den deutschen den Vorzug und erst seit dem Entstehen der Fabrik Mayer, Michel u. Deninger in Mainz, denen bald andere Fabriken folgten, ist die Saffianfabrikation in Deutschland so vervollkommnet worden, daß die deutschen Saffiane jetzt den besten englischen und französischen vollständig gleichzustellen sind, ja hinsichtlich der sorgfältigen Appretur dieselben noch zum Theil übertreffen.

Für die Fabrikation von schönem Saffian ist eine sorgfältige Behandlung bei den Vorarbeiten unerläßlich. Die Felle werden durch Aetzkalk enthaart und müssen, nachdem sie auch auf der Fleischseite gehörig gereinigt worden sind, durch umsichtiges Beizen und Schwellen von allem Kalk befreit werden. Zum Gerben selbst wählt man nur solche Gerbematerialien, die wenig färbende Bestandtheile haben wie der Sumach. Die Operation des Gerbens geschieht in verschiedener Weise. Nach der im Orient, der Türkei, der Wallachei, Siebenbürgen und Ungarn üblichen Methode werden die enthaarten und geschlichteten Blößen in Form von Säcken zusammengenäht und dann mit einer Flüssigkeit angefüllt, welche aus einem Gemenge von kaltem Wasser und Sumachpulver besteht. Die Gerbebrühe durchdringt die zu Säcken ausgespannten Felle so rasch, daß in einem Zeitraum von drei Tagen die Gerbung derselben vollendet ist. Die nämliche Gerbemethode wird auch hin und wieder in Deutschland, seltener in Frankreich, allgemein aber in England bei Saffianen, ungespaltenen Schafledern und bei Kalbfellen in Anwendung gebracht.

Nach einem anderen Gerbeverfahren, welches hier und da in Deutschland, allgemein aber in Frankreich in Gebrauch ist, so auch in England für gespaltene Schafleder, bringt man die Blößen unter anhaltender Bewegung in passende Bottiche, welche das Gemisch von Wasser und Sumach enthalten; die-

ses Verfahren erfordert ungefähr acht Tage Zeit zu vollständiger Umwandlung der Blöße in Leder.

Der Orient und die mit ihm oben namhaft gemachten Staaten verarbeiten die rohen Ziegen- und Schaffelle nur so weit, bis sie gegerbt und getrocknet sind; selten nur werden sie dort gefärbt und zugerichtet. In diesem Zustande mit dem Namen Meschinleder (gleichbedeutend mit dem französischen cuir en croutes) bezeichnet, gehen sie nach Wien und über Leipzig, um von den deutschen Fabrikanten mit Farbe versehen, geglänzt und appretirt zu werden. Aller Saffian, welcher aus den österreichischen Fabriken hervorgeht, ist in Ungarn, der Türkei, der Wallachei gegerbt und von daher eingeführt worden. Auch im südlichen Frankreich (Marseille, Aix, Brignolles) werden große Mengen Ziegen-, Bock- und Schafleder bis zu dem genannten Stadium der Fabrikation verarbeitet. Die dazu nöthigen Felle werden zum Theil in Südfrankreich gewonnen, theils aus Afrika und Spanien bezogen. Alle diese Ledersorten werden den Märkten von Paris, Lyon und Straßburg und selbst von Deutschland zugeführt, um daselbst von den Saffianfabrikanten übernommen und hergerichtet zu werden.

Das Zurichten der für Saffian bestimmten Leder besteht zunächst in dem Färben derselben, worauf sie die letzte Appretur erhalten.

Das Färben geschieht entweder aus dem Troge α) (bei ächten Saffianen), oder mit Hülfe der Bürste β) (bei unächten Saffianen).

α) Das Färben aus dem Troge geschieht in schmalen Trögen aus weichem Holze, in welche man aus einem größeren Reservoir nur so viel Farbe von etwa 60° Temperatur giebt, als zur Färbung eines Felles erforderlich ist. Die gegerbten Felle werden mit der Aasseite nach innen der Länge nach zusammengelegt. Der Arbeiter nimmt ein Fell an dem zusammengelegten Rande und bewegt es in der Farbenbrühe, bis dieselbe fast absorbirt ist. Hierauf versieht er den Trog von Neuem mit Farbe und verfährt ebenso mit einem zweiten Fell u. s. f. So wie die Felle das Bad passirt haben, werden sie ausgebreitet und 2—4 Dutzend derselben über einander gelegt. Hierauf wendet man die Lage Felle um, so daß das erste Fell wieder nach oben kommt, und giebt dann von diesem an nach der Reihe das zweite Bad, und hierauf das dritte Bad. Dann werden die Felle geöffnet oder ausgebreitet, in reinem Wasser ausgewaschen und dann weiter appretirt Im Allgemeinen ist das Färben der Saffiane der Wollfärberei (vrgl. Bd. IV p. 495) ganz gleich, so erhält man Hochroth, indem man die Felle vor dem Gerben mit Cochenilleauszug, welchem Alaun und Weinstein zugesetzt worden ist, behandelt. Für die übrigen Farben (Gelb mit Berberitzenwurzel oder Gelbbeeren; Grün mit den nämlichen Substanzen

und Indigschwefelsäure; Blau mit Indiglösung; Violett und verschiedene Arten von Roth mit Rosanilin und ähnlichen Theerfarben; Bronze mit Campecheholz und mit Rosanilin u. s. w.), die man nach dem Gerben aufträgt, wählt man die gegerbten Felle aus, wie sie für den einzelnen Fall sich eignen.

β) Unächte Saffiane erhalten ihre Farbe durch Aufstreichen der Farbebrühe mittelst der Bürste. Die Felle werden zu dem Ende vollständig durchgeweicht, dann glatt ausgestrichen und die Farbenbrühen wiederholt aufgetragen.

Es liegt auf der Hand, daß der Effect, welchen die Farbe macht, größtentheils von der Beschaffenheit der Narbe des Saffians abhängig ist, weßhalb man den Operationen des Zurichtens nach dem Färben die größte Sorgfalt widmet. Zunächst werden die gefärbten Felle nach dem Trocknen mit einem Wolllappen mit etwas Leinöl auf der Narbenseite eingerieben, dann auf einer Glänzmaschine der Länge nach geglänzt oder geglättet, hierauf werden sie in die Quere platirt, dann das zweite Mal schräg über die Platirung. Die gelb gefärbten Felle werden nicht geglänzt, weil sich sonst das Gelb ins Braune ziehen würde.

Die Appretirmaschine, welche sowol zum Glänzen oder Glätten, als auch zum Narben (Platiren) des Leders Anwendung findet, besteht aus einem Gerüste mit einer vertikal herabhängenden, pendelartig hin und her bewegbaren Stange, an deren unterem Ende Rollen von geschliffenem Glas zum Glänzen, oder Rollen mit eingeschnittenen Kerben zum Narben oder Platiren eingesetzt sind, so daß letztere, auf einem Arbeitstisch, aus einer horizontalen, starken, aus hartem Holz verfertigten Tafel bestehend, ruhen. Die Stange ist am oberen Ende mit einem federnden Querbalken verbunden, dessen Spannung durch das Anziehen oder Nachlassen von Stellschrauben vermehrt oder vermindert werden kann, je nachdem man einen größeren oder geringeren Druck auf das Leder ausüben will. Bei der Appretur gefärbter Leder, welchen durch Krispeln die natürliche Narbe gegeben wird, werden die Felle gewöhnlich zuerst geglänzt, dann gekrispelt. Um die natürliche Narbe zu ersetzen, namentlich bei Schaffellen, platirt man auch nach dem Glänzen ein oder zwei Mal und krispelt sie dann.

Der Corduan (vergl. Seite 4), ein gefärbtes Leder, welches in früherer Zeit eine weit größere Rolle spielte als heutzutage, ist von dem Saffian wesentlich nur durch die größere Stärke der Felle und dadurch unterschieden, daß er seine natürliche Narbe behält, während diese platirt, d. h. künstlich gemacht sind. Er pflegt roth, gelb oder schwarz gefärbt zu werden.

§. 24.

Lackirtes Leder.

Die Kunst, lackirtes Leder (cuir verni, *varnished or enamelled leather*) so zu bearbeiten, daß es biegsam, geschmeidig, dauerhaft, vollkommen trocken, nicht klebend, schön schwarz und glänzend werde, gehört erst der neuern Zeit an, und erst seitdem ist es mehr und mehr steigendes Bedürfniß geworden, Fußbekleidung von lackirtem Leder zu tragen, Wagenverdecke und Wagenbekleidungen, Mützen und Helmschirme und viele andere Gegenstände aus lackirten Häuten zu bereiten. [1])

Lackirtes Leder kommt in der Regel nur in schwarzer, seltner in anderer Farbe vor. Die Herstellung des erstern besteht in kurzen Worten darin, daß man auf den entsprechend vorbereiteten Grund des nicht eingefetteten lohgaren, seltner öl= oder sämischgaren Leders, welches, nachdem es gehörig geebnet und geglättet, auf Holzrahmen ausgespannt worden ist, einen Lackfirniß aufträgt, welcher eine schwarze Farbe und die Eigenthümlichkeit hat, in der Kälte dickflüssig und zähe, in der Wärme aber dünnflüssig zu sein. Dieser dickflüssige Lack auf die Häute und Felle aufgetragen und dann in einen auf ungefähr 50° C. erhitzten Raum gebracht, wird dann dünnflüssig, breitet sich auf dem horizontal liegenden Leder gleichmäßig aus und trocknet ein. Die Fabrikation der farbigen lackirten Leder weicht insofern von der eben beschriebenen Methode ab, als man bei ihr nur dünnflüssige Lacke anwendet und die Trocknung derselben nur in minder hohen Hitzgraden bewerkstelligt.

Von großer Wichtigkeit ist die Herstellung von glatten lackirten Häuten für Sattler= und Wagenmacher=Gebrauch. Der mehr und mehr gestiegene Luxus konnte nicht ohne Wirkung auf die Fabrikation von Kutschen und Fuhrwerken aller Art bleiben. Ihr Bedarf vermehrte sich ansehnlich und die Ansprüche des Publikums an deren Eleganz und Komfort wurden immer größer. Dieß mußte natürlich auf die zur Wagenfabrikation erforderlichen Leder ebenfalls Einfluß ausüben; es mußten sich in Bezug auf sie nicht blos ein höherer Bedarf, sondern auch erhöhte Forderung bezüglich Schönheit und Eleganz einstellen.

Das Dach des Wagens, welches in vielen Fällen bald steif gestellt, bald zurückgeschlagen werden soll, bedarf neben einer großen, dünnen, löcherfreien Haut, auch eine solche, die dehnbar und weich ist, und alle Biegungen ohne

---

[1]) Die Geschichte der Einführung der lackirten Leder in Deutschland ist entwickelt im Amtl. Bericht über die Gewerbeausstellung in Berlin 1844; Berlin 1846, Bd. II Abtheil. 2 p. 160.

zu brechen verträgt. Die Haut der Kuh bot, in Folge ihrer natürlichen Dünne und großen Fläche, somit das einzige Material zur Herstellung von Wagendecken; sie wurde mit Fett weich gemacht, geschwärzt und gekrispelt. Allein sie war von nur kurzer Dauer, denn der Sonne ausgesetzt, trat das in ihr befindliche Fett auf ihre Oberfläche und beschmutzte sie; ihre Farbe, ursprünglich schwarz, wurde bald roth, und der vor Kurzem noch elegante Wagen war seiner Schönheit beraubt. Nach der Erfindung des Lederlackes konnte man dem Wagenbauer zu Verdecken ein lackirtes Leder liefern, welches von den erwähnten Nachtheilen völlig frei ist. Da die vorhandenen Kuhhäute zur Befriedigung des sich immer mehr steigernden Bedarfs an Verdecklebern nicht ausreichten, kam man auf den glücklichen Gedanken des Spaltens großer starker Ochsenhäute, und indem man dieselben ihrer ganzen Fläche nach horizontal durchschnitt, erhielt man ein Leder für die Wagendecken und ein zweites für Garnirung der Kutschensitze, der Kothflügel u. s. w.

Zum Schlusse sei noch das Instrumenten- oder Klavierhammerleder erwähnt, welches seiner Bestimmung nach weich, aber doch sehr elastisch sein muß. Die Fabrikationsweise dieses Leders wurde lange Zeit als tiefes Geheimniß behandelt, gegenwärtig weiß man, daß dieses Leder halb in Thran, halb in Fichtenlohe gegerbt ist. Ohne die Narbe von der Haut abzustoßen, wird es in Thran gewalkt, in Lauge gewaschen und auf der Narbenseite an der Sonne gebleicht. Dann kommt es in eine auf Handwärme abgekühlte Abkochung von Fichtenlohe, in welcher es so lange verbleibt, bis das Leder, ursprünglich weiß, eine Lohfarbe angenommen hat. Hierauf wird es übrigens wie sämischgares Leder zugerichtet.

Unter dänischem Leder versteht man eine Sorte lohgares Handschuhleder, welches im Norden aus Fellen von jungen Ziegen, Lämmern und aus Rennthierhäuten mit Hülfe von Weidenrinde hergestellt wird und sich durch einen eigenthümlichen Weidengeruch, durch helle Farbe und große Geschmeidigkeit auszeichnet.

II. Die Alaun- oder Weißgerberei.

§. 25.

Die Alaun- oder Weißgerberei (mégisserie, *tawing of skins*) umfaßt denjenigen Theil der Gesammtgerberei, welcher sich gewisser Thonerdesalze zur Ueberführung der Haut in Leder bedient, das in diesem Falle alaun- oder weißgares Leder (cuir blanc ou alumé, cuir hongroyé, *white or alumed leather*) genannt wird.

Man unterscheidet drei Modificationen der Weißgerberei, nämlich:

1) die gemeine Weißgerberei, welche nur schwache Häute, wie Hammelfelle, Ziegenfelle und Schaffelle verarbeitet, dieselben erst im Kalkäscher vorbereitet und dann mit Alaun und Kochsalz (mit Chloraluminium) weißgar macht, ohne sie hierauf mit Fett zu tränken;

2) durch die ungarische Weißgerberei werden starke Häute (Ochsen- und Büffelhäute, Kuh- und Roßhäute) zu Sattler- und Riemerarbeit, ohne sie vorher mit Kalk zu behandeln, weißgar gemacht und dann mit Fett getränkt. An die ungarische Weißgerberei schließt sich die Bereitung des Klemm'schen Fettleders an;

3) die französische oder Erlanger Weißgerberei, welche Felle von jungen Ziegen (Kitzen) und Lämmern, seltener Gemsenfelle, nach einem eigenthümlichen Verfahren zu Handschuhleder gar macht.

An diese Methode des Weißgerbeverfahrens schließt sich

4) die Lederbereitung mit unlöslichen Seifen nach dem Vorschlage von Knapp an.

1) Die gemeine Weißgerberei verarbeitet Schaf- oder Hammel- oder Ziegenfelle, welche dem Gerber entweder mit der Wolle oder bereits geschoren überliefert werden. Im erstern Falle sind bei der Behandlung der Felle besondere Rücksichten durch den Werth der Wolle geboten, da häufig der Gewinn des Gerbers mehr in dem Verkauf der Wolle (Gerberwolle, Raufwolle; vrgl. Bd. IV p. 231), als in dem des weißgaren Leders besteht.

Die weiße Farbe, große Weichheit und zarte Narbe, welche man vom weißgaren Leder verlangt, führen große Sorgfalt bei den vorbereitenden Operationen mit sich, welche außerdem mit den bei der Lohgerberei beschriebenen zusammenfallen.

Das Einweichen und Ausstreichen der Felle geschieht wie in der Lohgerberei und zwar letzteres ebenfalls mit einem Streichmesser. Der Arbeiter legt einen Decher (Corruption von Decuria, 10 Stück) über den Streichbaum übereinander, und streicht ein Fell nach dem anderen auf der Fleischseite, die Schaffelle behufs des Reinigens der Wolle auch auf der Narbenseite aus, bis er zum letzten Fell gelangt, welches als unmittelbar auf dem Streichbaum liegend leicht verletzt werden könnte und deshalb auf den nächsten Decher gebracht wird. Die Felle werden hierauf enthaart; bei mit Haaren versehenen Häuten oder Schafhäuten, deren Wolle vorher abgeschoren wurde, geschieht das Enthaaren auf dieselbe Weise wie beim Lohgerben, nur werden die mit Kalkmilch hinlänglich behandelten Häute auf dem Streichbaum nicht mit dem Schabeeisen, sondern mit einem kurzen Holzstabe von der Wolle oder den Haaren befreit.

Die noch mit der Wolle versehenen Felle werden, ehe man sie dem Kalkäscher übergiebt, mittelst des Anschwödens oder Schwedelns enthaart, um die Wolle als Waare nicht zu entwerthen. Zu dem Ende werden die Felle mit der Fleischseite nach oben auf der Erde ausgebreitet, mittelst des Schwödenwedels (eines in Gestalt eines Pinsels zubereiteten Ochsenschweifes oder eines aus Werg zusammengebundenen Pinsels) mit einem aus gleichen Theilen Kalk und gesiebter Asche und Wasser bereiteten Brei bestrichen, darauf der Kopf und die Füße nach der Außenseite zu einwärts gelegt; hierauf wird jedes Fell dergestalt zusammengeschlagen, daß die Wolle nicht vom Kalk berührt wird und so 8 bis 10 Tage liegen gelassen, bis die Wolle sich löst. Alsdann werden die Felle auf der Fleischseite und auf der Haarseite rein ausgewaschen, um sie vom Kalk zu befreien und vom Schmutz zu reinigen, worauf die Wolle zum Theil abgepflückt, zum Theil aber auch auf dem Streichbaume abgestoßen wird. Die durch das Anschwöden enthaarten Felle werden nun in den Kalkäscher gepackt und weiter behandelt, wie oben angegeben worden ist. Wie Dumas angiebt, bedient man sich in Frankreich zum Enthaaren einer Mischung von Realgar (welche uneigentlich von den französischen Gerbern Orpin genannt wird) mit gebranntem Kalk und Wasser, doch wendet man neuerdings, wie Girardin sagt, ein von Felix Boudet vorgeschlagenes Gemisch von 3 Th. Schwefelnatrium, 10 Th. Aetzkalk und 10 Th. Stärke, auch nach dem Vorschlage von Bernard in Amiens (welcher die Arbeiten von Böttger nicht zu kennen scheint) das Calciumsulfhydrat an. In England wendet man in einigen Lederfabriken behufs des Enthaarens die Operation des Schwitzens an.

Um den in den Häuten enthaltenen Talg so vollständig als möglich zu entfernen, kommen die enthaarten Blößen in den sogenannten faulen Aescher, worunter ein Reservoir mit Kalkmilch verstanden ist, welche von Zeit zu Zeit aufgerührt ist und in Folge des öfteren Gebrauches thierische Substanzen in reichlicher Menge enthält, die unter Mitwirkung des Kalkes sich nach und nach zersetzen und dadurch zur Ammoniakentwicklung Veranlassung geben. Hierdurch wird ein guter Theil Fett aus den Häuten entfernt.

Nach dem Behandeln im Kalkäscher werden die Häute auf dem Schabebaum verglichen, d. h. es werden die zur Lederfabrikation unbrauchbaren Stücke wie die Spitzen der Beine und des Kopfes, die Ohren, die Brustzipfel und der Schwanz behufs der Bereitung von Leim abgeschnitten. Die verglichenen Häute werden dann eine Nacht im Wasser eingeweicht, dann auf dem Schabebocke mit einem stumpfen Streicheisen auf der Fleischseite wie auf der Narbenseite gut ausgestrichen und geschabt, dann mit einer hölzernen

Stoßkeule mit Wasser einige Zeit gewalkt, ausgewaschen und abermals auf dem Streichbock bearbeitet, wobei zugleich der rückständige Kalk und die Kalkseife ausgedrückt und die Haare der Häute vollständig entfernt werden.

Um die letzten Mengen des Kalkes zu beseitigen und um die Häute zu schwellen, kommen dieselben in die Kleienbeize, in welcher sie 2—3 Tage bleiben. Dann werden sie herausgenommen, in Wasser gespült, ausgewunden und unmittelbar zum Gerben in die Gerbebrühe gebracht. Auf je einen Decher bereitet man eine Alaunbrühe aus

0,75 Kilogr. Alaun,
0,30 „ Kochsalz,
22,5 Liter Wasser.

Von dieser heiß bereiteten Brühe gießt man 1 Liter in einen Waschtrog, läßt sie bis zur Handwärme abkühlen und zieht ein Fell ein oder zwei Mal durch, bis die Brühe das Fell überall gleichmäßig imprägnirt hat. Nach dem Herausnehmen schichtet man die Felle auf einander, ohne sie auszuringen, läßt sie 2—3 Tage so liegen, wodurch sie die Gare bekommen, ringt sie dann aus und trocknet sie langsam, auf Latten aufgehängt.

Was die Theorie der Anwendung der Alaunbrühe in der Weißgerberei betrifft, so neigte man sich früher allgemein der Ansicht zu, daß nur das Chloraluminium darin — durch Umsetzung der Bestandtheile des Thonerdesulfates des Alauns und der Bestandtheile des Kochsalzes entstanden — wirksam sei, man glaubte, daß ein basisches Chloraluminium (Aluminium oxychlorür) mit der Haut sich verbände, während saure salzsaure Thonerde in der Gerbebrühe zurückbliebe. Die Sulfate der Alkalien in der Alaunbrühe hielt man für Ballast. Daß essigsaure Thonerde anstatt der Alaunbrühe angewendet, von guter und schneller Wirkung sei, war ebenfalls bekannt. Die von Fr. Knapp (1857) mit Alaun, essigsaurer Thonerde, schwefelsaurer Thonerde und Choraluminium angestellten Versuche haben gelehrt, daß bei der Aufnahme des Thonerdesalzes durch die Hautfaser keine Zersetzung des Salzes stattfindet; es wurden durch die Haut aufgenommen

von Alaun	8,5	Proc.
„ schwefelsaurer Thonerde	27,9	„
„ Chloraluminium [1]	27,3	„
„ essigsaurer Thonerde	23,3	„

Die Thonerdesalze verbinden sich aber keineswegs mit der Haut unter

[1]) Durch Auswaschen in destillirtem Wasser enthielt die Haut nach drei Tagen nur noch 3,46 Proc., welche durch fortgesetztes Waschen ebenfalls ohne Zweifel fortgegangen sein würden.

allen Umständen stets in obigen Verhältnissen, die Erfahrung lehrt im Gegentheile, daß die Häute aus concentrirten Salzlösungen mehr aufnehmen als aus verdünnten. Was die Rolle des Kochsalzes bei der Bereitung der Gerbebrühe betrifft, so scheint das Kochsalz mehr als ein bloßes Mittel zu sein, das Thonerdesulfat des Alauns in Chloraluminium überzuführen, da Chloraluminium weit entfernt ist, unter gleichen Umständen ein eben so gutes und geschmeidiges weißgares Leder zu liefern, als eine Lösung von Alaun mit Kochsalz. Nach Knapp's Ansicht ist es außer Zweifel gestellt, daß das Kochsalz einen eigenen und zwar activen Einfluß übt, theils als eine die Endosmose lebhaft befördernde Substanz, theils weil es auch als Lösung, gleich dem Alkohol, die Eigenschaft besitzt, den thierischen Geweben ihren Wassergehalt so weit zu entziehen, daß die Fasern beim Trocknen nicht mehr zusammenkleben, und somit bei der Lederbildung mitwirkt.

Die gegerbten Felle schrumpfen beim Trocknen etwas ein und besitzen eine ziemliche Steifheit, welche ihnen durch die Arbeit des Stollens genommen wird; die Felle werden nämlich über den converen Theil eines bogenförmigen Eisens, der Stolle (palisson), und zwar über die stumpfe Schneide der Breite nach hinweggezogen, um die Felle auszudehnen und alle Falten zu beseitigen. Vorher benetzt man sie mit Wasser oder legt sie einige Tage in den Keller, damit sie während des Stollens nicht zerreißen. Nach dem Stollen werden sie auf dem Streichrahmen oder Streichschragen mit Hülfe der Streiche gestrichen und dann sind sie Waare. Die Streiche ist der Stolle sehr ähnlich; ihre halbrunde eiserne Scheibe hat an der Peripherie eine nicht zu scharfe Schneide und ist mit einem eisernen Stiel und einem hölzernen Handgriffe versehen. Das auf der Streiche ebengespannte Fell wird von Stelle zu Stelle auf der Fleischseite herabgestrichen und zwar erst nach der Länge, dann nach der Breite, wodurch alle überflüssigen Fasern hinweggenommen und der Aasseite ein glattes Ansehen gegeben wird.

Das fertige Leder wird unter der Benennung „Weißleder" in großen Massen zu ordinärem Schuhfutter u. dergl. verwendet.

§. 26.

2. Die ungarische Weißgerberei unterscheidet sich von der gemeinen Weißgerberei dadurch, daß sie dicke Ochsen-, Büffel-, Kuh- und Roßhäute zu Sattler- und Riemerarbeit verarbeitet, die Häute nicht in den Kalk bringt, und sie nach dem Gerben mit Fett tränkt. Die rohen Häute werden blos eingeweicht, bis alles Blut und alle Unreinigkeiten entfernt sind, und dann enthaart; zu dem Ende werden die Häute, sowie sie aus dem Wasser kommen, mit einem scharfen Putzmesser abgeschoren. Hierauf

kommen sie sofort in die Alaunbrühe, welche für eine Haut von ungefähr 25 Kilogr. Gewicht aus 3 Kilogr. Alaun, 3 Kilogr. Kochsalz und 20 Liter Wasser bereitet wird. Die Alaunbrühe wird im lauwarmen Zustande in einem länglich-runden Bottich auf die Felle gegossen, dergestalt, daß die Narbenseite nach oben gekehrt ist. Ein Arbeiter tritt alsdann mit den Füßen in dem Bottich einige Mal auf den Fellen herum, worauf sie acht Tage lang in der Brühe liegen bleiben. Nach dieser Zeit werden sie nochmals gut durchgetreten, worauf man das Leder auf Stangen trocknet. Nach dem Trocknen werden die Häute gereckt und dann mit Fett getränkt. Zu dem Ende werden die gegerbten Häute auf Stangen über Kohlenfeuer erwärmt, dann auf einem Tisch ausgebreitet und auf der Fleischseite wie auf der Narbenseite mit geschmolzenem Talg eingerieben. Jede Haut erhält etwa 3 Kilogramm Talg. Nachdem dreißig Häute so getränkt worden sind, werden sie einzeln über einem Kohlenfeuer etwa eine Minute lang durch zwei Arbeiter hin und her gezogen, wodurch das Fett die Häute besser durchdringt, worauf man sie in der freien Luft, die Fleischseite einwärts gekehrt, aufhängt. Der Talg verbindet sich (wenigstens zum Theil) mit der Haut.

Das Leder — Cuir d'Hongrie — ist nun für die Verwendung fertig. Sein Hauptverbrauch ist zu ordinärem Pferdegeschirr, der sich in Frankreich so weit ausdehnt, daß man auch die Geschirre für die Artilleriebespannung daraus fertigt, da nicht leicht ein zweites Leder so viel Stärke und Zähigkeit besitzt, und auch nicht leicht ein anderes so rasch und so wohlfeil hergestellt werden kann.

Das von Th. Klemm in Pfullingen erfundene Fettleder, soll als Riemenleder vor allen anderen Ledersorten den Vorzug haben, daß es größere Tragkraft besitzt, in der Kälte und Wärme nicht spröde und fleischig wird und größere Dauerhaftigkeit besitzt. Als Schuh- und Stiefelleder zeichnet es sich durch seine Wasserdichtigkeit aus; in Folge seiner Geschmeidigkeit und Zähigkeit eignet es sich als Tornisterleder, sowie zu Sattelgeschirr u. s. w. Es verträgt ferner die Einwirkung von siedendem Wasser. Man stellt es auf folgende Weise dar: Die Häute werden mittelst Anschwödens enthaart, dann in Kleienbeize gebracht und hierauf in Alaun und Kochsalz gegerbt. Nachdem die Häute 24 Stunden lang in der Gerbebrühe gelegen, werden sie daraus entfernt und in einen Gerbebrei gebracht, welcher aus Gerstenmehl, Hirn, Kammfett und lauem Wasser besteht; in diesem Brei werden sie so lange getreten, bis das Fett und der Kleber (?) des Mehles sich in das Leder gezogen haben. Darauf reinigt man das Leder und trocknet es. Das Fettleder soll außer den Vorzügen des sämisch- und lohgaren Leders auch den einer weit größerer Tragkraft verbinden.

§. 27.

3) Die französische oder Erlanger Weißgerberei befaßt sich nur mit der Herstellung von Handschuhleder für Glacéhandschuhe; an ihnen bleibt die Narbe der Felle unverändert, während bei waschledernen Handschuhen, welche mit Thran gegerbt werden, stets die Narbe der Felle abgenommen ist.

Das alaungare Handschuhleder erheischt, weil es zu Luxusartikeln, den Glacéhandschuhen verarbeitet wird, die Eigenschaften des Weißleders in hohem Grade, da diese Leder, wenn sie weiß bleiben, ein gleichmäßiges Weiß erhalten sollen, und wenn sie gefärbt werden, dieses fast durchweg mit hellen und delicaten Farben geschieht. Nur durch sorgfältiges Behandeln der Felle in den vorbereitenden Operationen, durch pedantische Reinlichkeit, durch Fernhalten von Allem, was Flecke hervorrufen könnte wie Eichenholz, eisenhaltiges Wasser u. dgl. ist man im Stande, diese Bedingungen zu erfüllen. Dazu gesellt sich noch der Umstand, daß die Handschuhe große Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit, dabei möglichste Haltbarkeit und eine unversehrte Narbe besitzen müssen.

Zu dem bessern Glacéhandschuhleder werden zwei Fellsorten verwendet; die eine theuerere ist das Fell der nur mit Milch ernährten jungen Ziege (Zickel oder Kitz), die eine wohlfeilere ist das Fell des Lammes. Der Werth der ersteren, wovon 100 Stück etwa 15 Kilogr. wiegen, ist 35—40 Thaler pr. Hundert, während gleich große Lammfelle einen Werth von ungefähr 14 Thalern besitzen. Jedes dieser Felle liefert im Durchschnitt zwei Paar Handschuhe.

Die Vorbereitungsarbeiten sind die gewöhnlichen der Weißgerberei, die Gerberei selbst weicht aber vollständig ab, indem die Felle mit einem Gerbebrei (der Nahrung) gegerbt werden, durch welchen sie nicht nur weißgar werden, sondern auch das zur völligen Geschmeidigkeit nöthige Oel erhalten. Dieser Brei besteht für ungefähr 100 Felle aus 4,5 Kilogr. Weizenmehl, 50 Eidottern, 1,25 Kilogr. Alaun, 0,5 Kilogr. Kochsalz, welche man mit 7—8 Liter Wasser zu einem flüssigen Brei anrührt. Statt der Eidotter wird bisweilen ganz feines Olivenöl angewendet. Die Felle werden darin einige Zeit getreten und gewalkt. Dann werden sie durch einfaches Ausziehen gereckt, an der Luft, so schnell es geht, getrocknet, gelinde angefeuchtet, dutzendweise zwischen Leinwand gelegt, getreten, um sie zu erweichen und dann einzeln der Länge und Quere nach auf der Fleischseite bis zu genügendem Ausrecken über das Stolleisen gezogen, darauf getrocknet und nochmals gestollt, wodurch die letzten Spuren anhängenden Mehles entfernt werden und die erforderliche Geschmeidigkeit gegeben wird. Die Narbenseite nach außen gekehrt, wird dieses Leder zu den Glacéhandschuhen verwendet, denen man durch Glätten oder Glänzen (mittelst der gläsernen Blankstoßkugel oder mit Hülfe der Appre-

tirmaschine), oder auch durch Ueberstreichen mit Eiweiß, Senegalgummi, Tragant oder Seife Glanz giebt.

Das Färben der alaungaren Handschuhleder findet gewöhnlich auf der Narbenseite, seltener auf der Fleischseite statt und geschieht entweder durch Eintauchen oder durch Anstrich. Letzteres Verfahren, unter dem Namen des englischen Verfahrens oder der Firfärberei bekannt, ist das gewöhnlichere. Hierzu werden die Felle in warmem Wasser geweicht, bis sie keine weißen Stellen mehr zeigen, dann das Wasser abgegossen, ohne die Felle auszudrücken. Man verdünnt nun für jedes Fell einen Eidotter mit Wasser, läßt diese Mischung von dem Fell absorbiren, spült dann jedes einzelne Fell in frischem Wasser und breitet das Fell auf eine Tafel aus Lindenholz, welche man von Zeit zu Zeit mit Leinsamenabkochung nach dem Reinigen bestreicht, mit einem aus Horn gefertigten Streicher oder Aufsetzer so aus, daß es keine Falte zeigt und sich fest anlegt. Hierauf giebt man für die dunkelen Farben einen starken Grund aus 1 Theil Potasche in 15 Th. Wasser gelöst. Für helle Farben setzt man doppelt so viel Wasser zu. Man streicht abermals aus und überfährt noch einmal rasch mit derselben Lösung. Dadurch wird der im Fell gebundene Alaun zerlegt und das Durchschlagen der Farbe verhindert. Mit einer anderen weichen Bürste trägt man nun unmittelbar die Farbe auf, die blos aus einer Farbholzabkochung besteht und dreimal aufgestrichen wird, wobei man das Fell zwischen jedem Färben mit Wasser übergießt und so lange ausstreicht, bis das Wasser farblos abläuft. Für dunkle Farben, die mit Eisenzusatz gegeben werden, trägt man vor dem zweiten Farbeanstrich eine Lösung von 1 Th. Eisenvitriol in 40 Th. Wasser schnell und gleichmäßig auf, läßt etwas einziehen und wäscht und streicht dann aus, wie nach dem Färben. Die auf Brettern getrockneten gefärbten Felle werden mit einer Bürste und Wasser abgewaschen und gestollt, dann wieder getrocknet und geglänzt, indem man sie mit einer Mischung von weißer Seife und Eidotter bestreicht. Hierauf reibt man sie mit einem wollenen Tuche ab und stollt sie noch einmal.

Nach Knapp's Versuchen läßt sich ein schönes weißes Glanzleder erzeugen, wenn man Blöße aus Lamm- oder Ziegenfell in einer gesättigten alkoholischen lauen Stearinsäurelösung ausgerbt. Das so erzeugte Leder ist geschmeidig, von weißerer Farbe als gewöhnliches Glacéhandschuhleder und von ganz besonders schönem natürlichen Glanz der Narbe.

§. 28.

4. Die Lederbereitung mit unlöslichen Seifen, von Fr. Knapp erfunden, scheint für die Gerberei von großer Wichtigkeit werden zu wollen. Die gerbende Eigenschaft des Eisenoxydes ist längst bekannt und

noch im Jahre 1855 ließ sich A. E. Belford für England ein Patent auf ein Verfahren zur mineralischen Gerbung der Häute patentiren, welches auf der Anwendung des Eisenoxydes beruht. Es ist bis jetzt aber nicht gelungen, ein brauchbares Leder damit herzustellen. In einer Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxyd und Eisenchlorid färbt sich die Blöße rothbraun, in einer Lösung von Chromchlorid blaugrau, jedoch nach dem Trocknen erhält man ein schlechtes, narbenbrüchiges, oft ganz sprödes Leder, selbst dann noch, wenn die Gerbeflüssigkeit möglichst wenig oder keine freie Säure enthält. Es ist wahrscheinlich, daß die Band IV p. 505 hervorgehobene Eigenschaft des Eisenoxydes, durch Sauerstoffabgabe zerstörend auf die Faser einzuwirken, beim Brüchig- und Sprödewerden des mit Eisenoxyd gegerbten Leders eine Rolle spielt. Wird die Eisenchloridlösung vor dem Gerben mit so viel Natron (Soda oder Aetznatron) versetzt, als sie verträgt, ohne einen bleibenden Niederschlag zu bilden, so wird das Oxyd leichter und reichlicher auf die Faser niedergeschlagen; nebenbei hat man den Vortheil, daß die saure Reaction auf die Haut gehoben und eine dem Zusatz der Soda entsprechende Menge Kochsalz gebildet wird. Aus dieser Lösung nun gerbt sich die Haut weit leichter und mit voller Geschmeidigkeit. Das so gegerbte Leder hat jedoch das mit dem weißgaren gemein, daß es im Wasser die Gerbung verliert und deshalb nur für Gegenstände sich eignet, welche mit Wasser nicht in Berührung kommen. Um ihnen Widerstand gegen die Feuchtigkeit zu geben, sind die Metalloxyde auf der Faser in unlösliche Verbindungen überzuführen, welche zugleich der Biegsamkeit und Weichheit der Hautfaser sich anschließen, die Raschheit der Gerbung befördern und möglichst haltbar auf der Faser fixirt sind. Hierzu eignen sich am besten die Verbindungen der Oxyde von der Formel R_2O_3 mit den fetten Säuren, mithin die Thonerde-, Eisenoxyd- und Chromoxydseifen, die in Wasser unlöslich, ferner biegsam sind und, was für die Praxis erheblich ist, sich durch doppelte Zersetzung aus in Wasser löslichen Verbindungen herstellen lassen.

Bei der Ausführung der Gerbung mit unlöslichen Seifen, welche ohne Zweifel ein neues und wichtiges Blatt in der Geschichte der Gerberei bezeichnen, bereitet man zwei Bäder, eines mit Seifenwasser, welches 3—5 Proc. Kaliseife enthält, und ein zweites, eine Auflösung des gerbenden Salzes, welches 5 Proc. davon enthält. Die Blößen werden zuerst in die Salzlösung gebracht, fleißig darin bewegt, öfters zum Abtropfen herausgenommen, dann von Neuem hereingelegt, bis sie gehörig imprägnirt sind, wozu 1—2 Tage gehören. Nach dem Abtropfen kommen sie zum Ausgerben ebenfalls 1—2 Tage lang in die Seifenlösung. Nach beendigtem Gerben werden die Häute abgespült und getrocknet.

Die Knapp'sche Gerbung mit unlöslichen Seifen ist, wenn auch nicht im Princip, doch in der Tendenz einer Combination der Alaungerberei mit der Sämischgerberei ähnlich. Das mit Thonerdeseife gegerbte Leder ist weiß und besitzt an Stelle der trocknen, fast kreidigen Oberfläche der weißgaren Leder eine weiche, glänzende und fettig anzufühlende Oberfläche. Gerbt man aus einer Flüssigkeit, die Eisen- und Chromoxydsalze gemischt enthält, so erhält man Leder von einer Farbe die bei geeignetem Verhältniß der beiden Salze der Farbe des rothgaren Leders täuschend ähnlich ist.

III. Die Sämisch- oder Oelgerberei.

§. 29.

Die Sämisch- oder Oelgerberei (chamoiserie, *chamoisery*) wandelt die Felle von Hirschen, Rehen, Hammeln, Schafen, zuweilen auch Kalbsfelle, dann auch Ochsenhäute (zu Riemen und zu Bandeliers beim Militair) in Oelleder (ölgares oder sämischgares Leder, chamois, *oiled or chamois leather*) um. Das Gerbematerial ist Fett oder Thran. Das Oelleder findet hauptsächlich zu Bekleidungsgegenständen, namentlich zu Beinkleidern, Beuteln, Hosenträgern, Gamaschen, Westen, waschledernen Handschuhen, Bändern und Bandagen zu chirurgischen Zwecken Anwendung, wozu es sich in Folge seiner Weichheit, seiner wolligen Beschaffenheit und seines Zuges wegen besonders eignet. Da es im Wasser seine Gerbung nicht verliert und daher auch ohne Nachtheil gewaschen werden kann, nennt man es auch Waschleder. Die oberste Lage des Coriums, welche ihrer dichteren Beschaffenheit wegen, nicht dieselbe Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit besitzt wie die untere, also die Narbe, wird bei dickeren Fellen abgestoßen; bei solchem ölgaren Leder fällt daher der Unterschied zwischen Narbenseite und Fleischseite hinweg. Das Abstoßen der Narbe befördert zugleich das Eindringen des Fettes, welches unter der vereinigten Einwirkung von Luft und Wärme sich in Producte umwandelt, welche mit der Hautfaser eine feste trockene Verbindung eingehen, in welcher der Fettgehalt nicht mehr physikalisch zu erkennen ist, namentlich hindert er nicht mehr das Eindringen des Wassers (das Oelleder ist daher keineswegs wasserdicht wie z. B. das Fettleder Klemms, vergleiche Seite 63), dagegen nimmt es der Hautfaser das Vermögen, unter dem Einflusse des Wassers zusammenzukleben und einzuschrumpfen. Dünnere Felle, wie Felle von Ziegen und Lämmern, welche zu den feinen ölgaren Handschuhen dienen, behalten ihre Narbe der größeren Haltbarkeit wegen und werden dann auf der Fleischseite nach außen getragen.

Die für das Oelleder bestimmten Felle werden bis zur beendigten Enthaarung eben so vorbereitet wie die in der Weißgerberei dienenden; da bei dem ölgaren Leder eine Schonung der Narbe nicht erforderlich ist, so werden die Haare nicht mit einem Stabe, sondern auf dem Streichbaum mit einem stumpfen Messer, dem Abstoßmesser, abgestrichen, wobei zugleich die Narbe abgestoßen wird. Die abgestoßenen und durch Vergleichen von den unbrauchbarer Endstücken befreiten Felle kommen behufs ihrer vollständigen Entkalkung und Schwellung in saure Kleienbeize; zu dem Ende wird die bis auf etwa 30° erwärmte Kleienbeize auf die in einem Bottich befindlichen Felle gegossen, wo sie mittelst der Stoßkeule durchgewalkt werden. Hierauf werden sie ausgewunden und sofort in die Walke gebracht, um hier mit dem Fette getränkt oder gegerbt zu werden. Hierzu werden die Felle, die Narbenseite nach oben auf dem Tische ausgebreitet und mit Thran oder Oel bestrichen, dann zu Knäulen zusammengewickelt unter eine Stampfwalke (vergl. Bd. IV p. 248) gebracht und 2—3 Stunden gewalkt, während dem man sie von Zeit zu Zeit herausnimmt, einige Zeit an der Luft liegen läßt und dann von Neuem ölt und walkt, bis sie genug Fett aufgenommen haben. Durch das wiederholte Aushängen an die Luft verlieren die Felle ihr Wasser allmählich und in dem Maße, als das Wasser verdunstet, tritt das Oel an dessen Stelle; die Felle bleiben so lange der Luft ausgesetzt, bis die äußere Oberfläche abgetrocknet erscheint (anrauscht). Daß die Felle hinreichend Oel erhalten haben, erkennt man an einem eigenthümlichen scharfen, an Meerrettig erinnernden Geruch, welcher an die Stelle des Fleischgeruches tritt. Ein Dutzend Hammel- und Bockfelle absorbirt bei jeder Oelung ungefähr 0,5 Kilogr. Oel, und im Ganzen kommen zu einem Dutzend Bockfellen 6 Kilogr., zu einem Dutzend Hammelfellen 4—4,5 Kilogr. Oel.

Bereits während des Walkens, noch mehr aber während des Aushängens der Häute an die Luft, hat sich der Thran theilweise verändert und ist mit der Hautfaser in Verbindung getreten; ein anderer und zwar der größte Theil des Thranes erfüllt aber nur mechanisch die Poren des Leders. Der Zweck der nächsten Arbeit ist daher der, die Felle einer Art, mit Temperaturerhöhung begleiteten Gährung auszusetzen, durch welche dieselbe Wirkung in kürzerer Zeit erzielt wird, welche beim Aushängen der geölten Häute stattfand, und wodurch der größte Theil des Thranes in Verbindung mit der Faser gebracht wird. Hierzu werden die Felle in die Wärmekammer gebracht, auf einem auf dem Boden ausgebreiteten Leinentuche zu einem konischen Haufen übereinander geworfen, mit Sorgfalt bedeckt, sich selbst überlassen und nur von Zeit zu Zeit gelüftet, damit die Häute sich nicht überhitzen. Das Zusammenlegen und Auseinanderwerfen der Haufen wird wiederholt, bis die Felle die erforderliche

gelbe Farbe erhalten haben, welche ein Zeichen der beendigten Orydation des Oeles ist. Das Behandeln der geölten Felle in der Wärmekammer nennt man das Färben in der Braut.

Ungeachtet der Gährung ist noch ein Theil des Oeles (man rechnet gegen 50 Proc. des ursprünglich angewendeten) in der Haut im unverbundenen Zustande enthalten, welches durch eine lauwarme Potaschenlösung entfernt wird. Aus der ablaufenden weißen Brühe scheidet sich beim ruhigen Stehen eine Fettmasse ab, welche Dégras oder Gerberfett heißt, und wie Seite 50 gesagt worden ist, zum Zurichten des lohgaren Leders verwendet wird. Die entfetteten Leder werden ausgerungen, getrocknet und gestollt, um ihnen die Geschmeidigkeit wieder zu ertheilen, welche sie durch das Trocknen zum Theil verloren haben. Diese Leder sind gelb, man kann sie aber durch Auslegen im feuchten Zustande an die Sonne bleichen. Um dem fertigen Oelleder eine gleichmäßig dehnbare, mild und sanft anzufühlende Oberfläche zu geben, werden die Felle nach dem Stollen noch poncirt, d. h. entweder mit Bimsstein mit der Hand abgerieben, oder auf der Dollirmaschine (vergl. Seite 46) behandelt.

Zu den gelben Fellen (für Handschuhe, Beinkleider u. dergl.) wird die Oberfläche derselben mit einer Mischung von gelbem Ocker, Schüttgelb und Kreide eingerieben. Für das weiße Leder wendet man nur Schlämmkreide an. Das Färben des Oelleders geschieht wie bei dem weißgaren Leder, indem man das Fell entweder durch Farbebrühe zieht oder diese mit der Bürste aufträgt.

Das Rauh- oder Rauchleder ist ölgares Leder, dessen Narbe nicht abgestoßen worden und dessen Fleischseite geschwärzt ist. Es ist seiner Milde und Weichheit wegen zu Damenstiefeln sehr beliebt.

Nach den Versuchen von Fr. Knapp läßt sich eine Art Oelleder erhalten, wenn man eine Blöße abwechselnd mit einer Lösung von Seife und verdünnter Säure behandelt, so daß sich die fetten Säuren in der Faser niederschlagen. Nach der Gerbung muß das Leder gut ausgewässert werden.

Ueber die Constitution der Oelleders ist zur Zeit nichts bekannt; man weiß nicht, welche Zersetzungsprodukte des Oeles (ob allein die der fetten Säuren oder vielleicht auch die des Glycerins) mit der Faser eine Verbindung eingehen. Die Sämischgerberei hat ohne Zweifel vieles gemein mit dem Oelen der Baumwollstoffe als vorbereitender Operation der Türkischrothfärberei (vergl. Bd. IV p. 567).

§. 30.

Das Pergament.

Das **Pergament** ist kein Leder im technologischen Sinne, denn die Fasern der Haut, die zur Pergamentbereitung dient, ist weder durch Gerbstoff, noch durch Thonerdesalze, noch durch Thran, noch durch ein anderes Gerbematerial vor dem Zusammenkleben bewahrt, und läßt sich daher durch kochendes Wasser mit Leichtigkeit in Leim überführen (daher der Name Pergamentleim, welcher bei feinen Arbeiten höher geschätzt ist als der gewöhnliche Leim). Das Pergament ist im Wesentlichen nichts anderes als die von Haaren befreite rohe Haut einzelner und namentlich der kleineren Thiere wie des Kalbes und des Schafes, welche von anliegendem Schmutz und Fleisch befreit, aufgespannt und getrocknet wird. Man unterscheidet eigentliches **Pergament** (parchemin, *parchment*), welches aus Schaffellen hergestellt wird, von dem Pergament, welches der Franzose Vélin oder Parchemin vièrge, und der Engländer *Vellum* nennt; letzteres ist feiner als das gewöhnliche Pergament und wird aus jungen Kalb-, Ziegen- und todtgebornen Lammhäuten bereitet.

Das Pergament war schon vor der Erfindung des Papiers bekannt. Zur Zeit Herodots schrieb man bereits auf Hammel- und Ziegenfelle und schon Ptolomäus Philadelphus bewunderte die Feinheit der Häute, auf welche die griechische Bibelübersetzung geschrieben war. Die gewöhnliche Annahme ist, daß die Kunst, Pergament zu bereiten, zu Pergamus in Kleinasien erfunden sei; es scheint dieß aber nicht der Fall gewesen zu sein, obwohl man dort die Pergamentfabrikation verbessert haben mag, und zwar zu der Zeit, als man dem König **Eumenes** von Pergamus (gegen 200 vor Chr. Geb.) das Papier aus Aegypten vorenthielt, welches derselbe zur Anlegung einer Bibliothek (der berühmten pergamenischen) von daher verlangte. In Paris standen im Mittelalter die Pergamentmacher (ähnlich den Buchhändlern, Buchdruckern und Buchbindern) unter der Aufsicht der Universität; sie mußten ihre Fabrikate, zum Zeichen der Aechtheit und Güte, vom Rektor stempeln lassen. In Deutschland hat die Pergamentfabrikation seit etwa einem Jahrhundert außerordentlich abgenommen, in England dagegen, wo es allgemein üblich ist, alle wichtigeren Aktenstücke statt auf Papier auf Pergament zu schreiben, findet das Pergament noch eine sehr vielfältige und ausgedehnte Anwendung. Durch die Erfindung des Pergamentpapiers (vergl. Bd. IV p. 398) dürfte indessen der Fabrikation des Pergamentes, namentlich des zum Schreiben bestimmten, ein arger Stoß versetzt werden.

Die verschiedenen Zwecke, denen das Pergament dient, bedingen bei der Fabrikation desselben einige Modificationen. Die Felle werden zuerst in

reines Wasser eingeweicht, gereinigt, im Kalkäscher behandelt und enthaart; Schaffelle werden, um die Wolle möglichst zu schonen, geschwödet. Nach dem Enthaaren werden die Felle gewaschen und dann auf dem Schabebaum und zwar gewöhnlich (doch nicht immer) geschabt und von allem Fleisch befreit. Hierauf wird jedes Fell mit Schnüren und Wirbeln in einem Rahmen mit beweglichen Seiten (ähnlich dem Stickrahmen) der Art eingespannt, daß eine faltenlose Fläche entsteht. Das ausgespannte Fell wird nochmals ausgestrichen und dünn geschabt und darauf getrocknet. Einiges Pergament ist dann schon fertig und wird nur noch beschnitten; so stellt man z. B. das Trommelpergament aus Kalbfellen, das Pergament zu Pauken aus Eselshäuten dar. Bei Kalbfellen zu Trommelpergament entfernt man mit den Haaren auch die Narbe. Solche, die Farbe erhalten, für Büchereinbände bestimmt, werden genau wie Trommel- und Paukenfelle behandelt, nach dem Trocknen aber auf beiden Seiten mit einem halbrunden Messer geschabt, dessen Schneide umgebogen ist. Dadurch wird den ursprünglich glatten Flächen eine rauhe Oberfläche gegeben, wodurch diese geschickt wird zur Aufnahme von Farbe wie auch von Tinte. Die Vorbereitung der Felle zum Färben wie zum Schreiben ist nämlich eine und dieselbe, sowie auch die für jene Pergamentsorte, deren man sich zu Schreibtafeln in Brieftaschen und dergl. bedient, und welche die Schriftzüge des Bleistiftes aufnehmen soll. Dieses Pergament namentlich wird, nachdem es auf beiden Seiten abgeschabt worden, mit einer magern Bleiweißölfarbe angestrichen, an deren Stelle auch häufig eine Leimfarbe aus Barytweiß oder Zinkweiß tritt. In England wendet man zur Herstellung des Schreibpergaments oder Vellums beinahe ausschließlich jene Aas- oder Fleischseite an, welche man beim Spalten der Schafleder gewinnt. Oft wird das Pergament, nachdem es auf dem Rahmen getrocknet worden ist, gekreidet, geschabt und mit Bimsstein abgerieben. Zu Sieben (z. B. zum Körnen des Schießpulvers; vergl. Bd. II p. 88) nimmt man vorzugsweise Schweinehäute. —

§. 31.

Der Chagrin.

Der ächte orientalische **Chagrin** (Chagrain, Saghir, Sagri, Sagre) ist eine Art schwach gegerbtes Pergament, dessen eine Seite körnig oder mit kleinen rundlichen Knötchen bedeckt ist; es wird in Persien, in der Türkei, in Astrachan und in den Donaufürstenthümern aus Pferdehäuten und den Häuten der wilden Esel hergestellt und zwar nicht aus den ganzen Häuten, sondern nur aus dem hinteren Streif auf dem Rücken, gleich über dem Schwanze, welcher in

Form einer Sichel nach der Quere über den Hüften des Thieres entlang herausgeschnitten wird. Behufs der Fabrikation des Chagrins werden die Häute in Wasser geweicht, bis die Epidermis sich löst und die Haare abgenommen werden können. Die mit Hülfe eines dem Schlichtmond ähnlichen Werkzeuges enthaarten Häute werden von Neuem in Wasser eingeweicht, um eine Schwellung hervorzubringen, dann auf der Fleischseite gereinigt, und hierauf die Fleischseite und die Narbenseite so weit abgeschabt, daß das Corium, welches zurückbleibt, einer feuchten Blase ähnlich erscheint. Die so weit vorbereiteten Blößen werden, um die Erhabenheiten auf ihnen hervorzubringen, welche das Charakteristische des Chagrins bilden, in Rahmen eingespannt, und dann Allabuta (schwarze harte Samenkörner der wilden Melde, Chenopodium album) auf die Narbenseite gestreut und in die Haut entweder mit den Füßen eingetreten oder eingepreßt. Sind die Häute trocken und spröde geworden, so werden sie aus den Rahmen genommen und die Samenkörner durch Schütteln abgesondert. Die Häute erscheinen nun mit Vertiefungen bedeckt. Sie werden dann mit Schabemessern völlig geebnet und darauf geschwellt, gegerbt und gefärbt. Da alle eingedrückten Stellen sich beim Schwellen wieder ausdehnen und erheben, so entstehen dadurch die gewünschten Knötchen. [1]) Die Gerbung geschieht entweder mit Lohe oder mit Alaun, daher mancher Chagrin eine Art weißgares Leder ist. Man findet die Chagrinhäute im Handel von allen Farben, doch meist grün, welche Farbe dem Chagrin durch Kupfersalze ertheilt wird. Nach dem Färben werden die Häute mit geschmolzenem Hammeltalg getränkt.

Die Fischhaut oder der Fischhautchagrin kommt von verschiedenen Arten der Haifische (Squalus canicula, S. catulus, S. centrina), Rochen u. s. w. Die Haut dieser Fische ist nicht mit Schuppen, sondern mit harten Stacheln besetzt. Sobald die Häute von den Thieren abgezogen worden sind, spannt man dieselben straff auf, um sie zu trocknen und bringt sie entweder sofort in den Handel oder schleift vorher die Stacheln mit Sandstein ab. Man benutzte die blos getrocknete und noch mit den Stacheln versehene Fischhaut früher häufig zum Schleifen des Holzes. Jetzt giebt man zu diesem Zwecke dem Bimsstein und dem Sandpapier den Vorzug. Die von den Stacheln befreiten und gefärbten Häute dienen zu Etuis für Fernröhre, Brillen u. s. w.

---

[1]) Nach einem ähnlichen Verfahren lassen sich Figuren en relief auf Holz hervorbringen, indem man erhabene Stempel in das Holz eindrückt, es nachher abhobelt und darauf naß macht, damit die Eindrücke anschwellen.

Anhang.

§. 32.

Statistika über Lederproduction.

Das Leder ist unstreitig eines der wichtigsten Industrieerzeugnisse, namentlich deßhalb, weil es unersetzlich ist. Kein anderes Material hat so wenig Surrogate wie Leder und unter diesen Surrogaten ist nicht eins, welches zu der Hauptverwendung des Leders, zu Fußbekleidung auch nur mit annähernd gleichem Nutzen gebraucht werden könnte. Die Lederfabrikation hat daher riesige Dimensionen annehmen müssen, um den Bedarf zu decken. Im Allgemeinen darf man annehmen, daß jährlich gegerbt werden

	in Oesterreich	im Zollverein
1. Pferde- und Eselshäute . . .	120000	200000
2. Stier- und Ochsenhäute . . .	900000	1500000
3. Kuhhäute	1200000	1000000
4. Terzenhäute	200000	180000
5. Kalbshäute	3000000	4000000
6. Schafhäute	5000000	5000000
7. Ziegenhäute	600000	200000
8. Schweinehäute	200000	160000

Zu dieser Verarbeitung liefert das Ausland einen Theil der Häute, dieser betrug in Oesterreich während der 10 Jahre 1840—1850 nur 117050 Ctr. der Sorten von 1 bis 4, und 73174 Ctr. der anderen, während die Ausfuhr in dem ganzen gleichen Zeitraum von allen Fellen und Häuten nur 8000 Ctr. war. Im Zollverein war von Häuten und Fellen

	die Einfuhr		die Ausfuhr		
	roh und gesalzen	zur Pelzbereitung	roh und gesalzen	zur Pelzbereitung	
1841	246670	12857	14915	4946	Ctr.
1842	199902	11872	15922	4492	,,
1843	223011	12261	17538	3468	,,
1844	224163	12037	17281	5196	,,
1845	280594	14486	18739	6179	,,
1846	210203	13535	21405	4529	,,
1847	209193	12313	23227	4832	,,
1848	184619	11486	16359	4200	,,
1849	277885	13091	37967	3594	,,
1850	312081	16167	32469	6036	,,
1851	329868	15651	26751	4523	,,
1852	291185	15013	28321	6660	,,

Da die Zollvereins-Statistik die Gattung der Felle und Häute nicht unterscheidet und von der Zollvereins-Verwaltung in die Zahlen der Einfuhr auch das Gewicht der eingeführten Pferdehaare inbegriffen wird, so können diese Zahlen nur beweisen, daß überhaupt eine große Einfuhr stattfindet.

Deninger schätzt in seinem Bericht über die Londoner Industrie-Ausstellung von 1851 das Gesammt-Quantum auf eine Million Häute, welche im Bereiche des deutschen Zollvereins zu Sohlleder jährlich verarbeitet werden.

Die europäischen Hauptstapelplätze für den Häutehandel sind London, Antwerpen und Hamburg, die nächsten Liverpool, Havre, Amsterdam, Bremen, Köln, Marseille u. s. w.

In Antwerpen betrug die Einfuhr:		1849	1850	1851
von La Plata . . .	Stück	610113	468559	494219
„ Brasilien	„	60927	77496	65672
„ verschiedenen Häfen	„	5877	3580	1935
„ Europäischen Häfen	„	142219	126971	109094
im Ganzen	Stück	819136	676606	670920

Das Häutegeschäft in Antwerpen resumirt sich

		1848	1849	1850	1851
auf die Einfuhr von . .	Stück	588504	819136	676606	670920
„ „ Platzverkäufe von	„	494441	674859	513595	435432
„ „ Durchfuhr von .	„	144248	198875	136375	216258

welche letzteren Häute größtentheils für den Kölner Markt bestimmt sind.

Die Herkunft dieser Zufuhren ergiebt sich aus folgender Tabelle der Einfuhr von rohen Häuten im Jahre 1851

Land der Herkunft	Buenos-Ayres und Montevideo		Rio Janeiro und Rio Grande.		Pernambuc, Bahia ꝛc.	Chili, Neu-Holland ꝛc.	Kalbs-, Büffel- u. Pferdehäute.
	trockene	gesalzene	trockene	gesalzene			
Buenos-Ayres	407992	82506	—	—	—	—	3721
Brasilien . .	28746	—	2560	34317	49	—	—
Vereinigte Staaten .	1599	—	—	—	—	—	—
Afrika . . .	—	—	—	—	—	—	212
Australien . .	—	—	—	—	—	124	—
Europäische Häfen	56847	38482	1959	300	1000	2501	8005
Summa Stück	495184	120988	4519	34617	1049	2625	11938

Im Antwerpner Handel überwiegen also die südamerikanischen Wildhäute bedeutend, und ist dieser Hafen nebst Havre der Hauptplatz, wo die rheinischen und süddeutschen Gerbereien ihre Einkäufe machen.

In Hamburg wurden in den fünf Jahren von 1847—1851 an Rindshäuten eingeführt

Jahr	Buenos-Ayres und Montevideo	Rio Grande und Rio Janeiro	Costa-Rica, Californien und Westindien	Pernambuc, Maranham u. Bahia	Batavia, Afrika und Kalkutta	Transito in diversen Sorten	Total-Einfuhr
1847	121300 St.	121400 St.	59800 St.	20400 St.	9000 St. u. 192 B.	50600 St. u. 982 B.	382500 St. u. 1174 B.
1848	69100 „	85200 „	39700 „	16200 „	3200 St. u. 251 B.	29400 St. u. 892 B.	242800 St. u. 1143 B.
1849	16300 „	75800 „	30700 „	4500 „	5200 St. u. 369 B.	33300 St. u. 857 B.	312500 St. u. 1226 B.
1850	200800 „ incl. 1560 gesalzene	72300 „ incl. 22600 gesalzene	64100 „	16800 „	14100 St. u. 293 B.	61300 St. u. 1702 B.	464600 St. u. 2195 B.
1851	125000 St. incl. 16500 gesalzene	106100 St. incl. 18300 gesalzene	85200 „ incl. 5200 gesalzene	17700 „	13400 St. u. 886 B.	103000 St. u. 1714 B.	450700 St. u. 2600 B.

Demnach umfaßt Hamburgs Geschäft in rohen Häuten alljährlich circa 4 bis 500000 Stück, wovon die kleinere Hälfte von La Plata, die größere aber von Rio Grande, Porto Allegro, Bahia, Pernambuco, Laguayra, Orinoco, Puerto Cabello und den übrigen westindischen Häfen abstammt.

In Bremen war die Einfuhr von Rindshäuten

		aus Brasilien	Argent. Republik	Venezuela	Ostindien	Andere über See	Total
		Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
1851	gesalzene	159258	134578	—	—	37784	593486
	getrocknete	450352	1173386	149532	17000	185432	2120441
1852	gesalzene	440818	244470	—	—	29964	1027744
	getrocknete	318610	613731	252293	189291	188057	1877768

wobei wir in die Totalsumme die von dem Continent pr. Transito eingeführten Häute inbegriffen haben. Eine gesalzene Haut wiegt etwa 45, eine trockene etwa 25 Pfund.

In Amsterdam werden alljährlich ca. 100000 Häute umgesetzt.

Das Geschäft in für Sohlleder bestimmten Häuten wird zu Köln von sechs verschiedenen Handelsfirmen betrieben, wovon vier in directer Verbindung mit den La Plata-Staaten stehen, indem sie daselbst durch Agenten oder Theilhaber vertreten sind.

Eben dies Kölner Geschäft umfaßt alljährlich 3 bis 400000 Stück Häute, und wurden davon von La Plata direct eingeführt

1843	1844	1845	1846	1847	1848	1849	1850	1851
ca. 240000	310000	288000	83000	131000	76000	156000	122000	152000

war jedoch in den letzten Jahren etwas geringer.

Nimmt man nun an, daß Köln jährlich 200000 bis 300000 Häute an deutsche Sohlleder-Fabrikanten absetzt, ferner daß von den Fabrikanten der Städte Luxemburg, Vils, Clervaux, St. Vith, Malmedy, Trier und den übrigen Gerbereien der Rheinlande 200- bis 250000 Stück Häute zu Antwerpen und in England direct erkauft werden, so wird sich mit Hinzuziehung dessen, was Hamburg und Bremen den nord- und ostdeutschen Lederfabrikanten liefern,

„ein Gesammtquantum von circa einer Million größtentheils südamerikanischer Häute ergeben, welche im Bereich des deutschen Zollvereins zu Sohlleder alljährlich verarbeitet werden.“

Die Leimfabrikation.[1])

§. 33.

Allgemeines.

In dem Organismus aller höheren Thiere finden sich gewisse Gebilde, welche sich durch die Eigenschaft auszeichnen, in kaltem wie in heißem Wasser unlöslich zu sein, durch fortgesetztes Kochen aber eine wesentliche Veränderung zu erleiden, in deren Folge sie sich lösen und beim Verdampfen der Lösung eine gelatinirende klebrige Masse (die Gallerte), beim vollständigen Austrocknen, je nach dem Grade der Reinheit der Gebilde, einen durchscheinenden oder durchsichtigen und spröden, in reinem Zustande geschmack-, geruch- und

1) Literatur: Hermbstädt, Bemerkungen über die Fabrikation des Tischlerleims, in dessen Bulletin des Neuesten ꝛc. Bd. XII p. 33; Arnold, die Bereitung des Leims, Quedlinburg 1826; J. C. Leuchs, Anweisung zur Bereitung des Tischlerleims, Nürnberg 1828; Dumas, Handbuch der angewandten Chemie, Bd. VII p. 630—663; Girardin, Leçons de chimie appliquée aux arts industriels, Paris 1861; Tome II p. 724; Prechtl, Technologische Encyclopädie, Bd. IX p. 359—474; Knapp, Lehrbuch der chem. Technologie, Bd. II p. 596—608; H. Fleck, Die Fabrikation chem. Producte aus Thierabfällen, Braunschweig 1862 p. 115—132; H. Fleck, Verbessertes Verfahren der Phosphorfabrikation, Leipzig 1855 p. 56 und 57 (Leimerzeugung aus Knochen); H. Schinz, Wärmemeßkunst, Stuttgart 1858 p. 440 (Trocknen des Leimes); Schattenmann, über Leimfabrikation, Dinglers polytechn. Journal XCVI p. 115; Wagner, Jahresbericht der chemischen Technologie pro 1855 (französ. Leimsorten nach Wieck p. 359; flüssiger Leim nach Dumoulin und v. Fehling p. 362; Verhalten des Leimes zu verschiedenen Salzen p. 363; Gelatinfolien nach Zach und Lipowski p. 364); pro 1856 (flüssiger Leim 366; Lederleim nach Rich p. 366); pro 1857 (Knochenleim nach Gentele p. 419; Lederleim nach Stenhouse p. 421; Abdampfen und Trocknen des Leimes nach Tucker p. 422; elastischer Leim nach Lallement p. 423; künstl. Elfenbein nach Mayall p. 424); pro 1858 (Lederleim nach Rudel p. 539; Leim aus Hautabfällen nach Ruthay p. 539); pro 1859 (Werthermittlung des Leimes nach Weidenbusch p. 575; Fischleim nach Jennings p. 581; Hausenblasesurrogat nach Rohart p. 582); pro 1860 (Leimprüfung nach Risler-Beurat p. 537; Knochenleim nach Jullien und Pirie p. 538); pro 1861 (Leimprüfung nach Lipowitz p. 632).

farblosen Körper zu liefern, welcher mit kaltem Wasser zusammengebracht, darin aufquillt und beim Kochen mit Wasser sich unverändert löst. Dieses Umwandelungsprodukt der (sogenannten leimgebenden) Gebilde ist der zum Zusammenfügen der Holzarbeiten, zur Aufhebung der Capillarität des Handpapiers, als Klärmittel, als Kitt in der Technik so vielfach angewendete Leim (colle forte, *glue*). Die leimgebenden Stoffe kommen durchgängig organisirt im Thierkörper vor, in der Regel mit anderen organischen Verbindungen innig gemengt. Man rechnet zu ihnen das Bindegewebe, die Haut, Sehnen, die Ringsfaserhaut der Lymphgefäße und Venen, die Knochensubstanz (Osseïn), das Hirschhorn, den Knorpel, die Schwimmblase mancher Fische, die Fischschuppen u. s. w.

Die Analyse des bei 120° getrockneten Leimes ergab nach Goudeover und Mulder folgende Zusammensetzung

	Leim aus Hirschhorn	Leim aus Hausenblase
Kohlenstoff	49,1	49,7
Wasserstoff	6,5	6,6
Stickstoff	18,3	18,3
Sauerstoff	26,1	25,4
	100,0	100,0

Bei der Analyse der bei 100° getrockneten leimgebenden Substanzen erhielt J. Scherer (in Würzburg) folgende Zusammensetzung

	Hausenblase	Sehnen
Kohlenstoff	49,5	49,8
Wasserstoff	6,9	7,2
Stickstoff	18,8	18,3
Sauerstoff	24,8	24,7
	100,0	100,0

Aus diesen Analysen folgt zur Genüge, daß die Leim liefernden Theile des Thierkörpers bei ihrer Ueberführung in Leim in ihrer procentischen Zusammensetzung nicht verändert werden, und daß die Leimbildung analog zu sein scheint der Umwandlung des Amylums in Dextrin oder Glycose, wobei gleichfalls nur eine Andersgruppirung der Moleküle stattfindet.

Der aus den verschiedenen leimliefernden Stoffen gewonnene Leim zeigt, je nach seinem Ursprunge, in gewisser Hinsicht einige Unterschiede; namentlich hat man in chemischer Beziehung zwei verschiedene Leimarten zu unterscheiden, nämlich den Knochen- oder Hautleim (Glutin) und den Knorpelleim (Chondrin). In technologischer Hinsicht hat man auf diese Eintheilung nur so

weit Rücksicht zu nehmen, als man die Knorpel (Rippen- und Gelenkknorpel) von der Leimfabrikation so viel als möglich ausschließt, da die Erfahrung gelehrt hat, daß das Glutin dem Chondrin an Klebvermögen weit voranzustellen ist.

Durch das Auflösen der leimgebenden Gebilde erhält man, wie bereits bemerkt, die Gallerte, deren Lösung jedoch ohne namhafte Klebkraft ist. Letztere Eigenschaft entsteht erst durch das Trocknen, durch welche die Gallerte in Leim übergeführt wird. Man hat folglich in der Leimfabrikation zu unterscheiden, die leimgebenden Substanzen, die daraus erhaltene Gallerte und den durch Eintrocknen derselben erhaltenen Leim. Die aus den verschiedenen Gebilden gekochten Gallerten und Leimsorten zeigen gewisse Unterschiede, welche keineswegs durch die Art der Darstellung und überhaupt durch äußere Umstände bedingt sind. So läßt sich z. B. die Lederhaut weit schwieriger in Gallerte überführen als die Schwimmblase der Fische, das Osseïn u. s. w.; dagegen zeichnet sich der aus Lederhaut gewonnene Leim durch das höchste Klebvermögen aus. Die zur Gallertbildung erforderliche Temperatur ist nicht bei allen leimliefernden Gebilden die nämliche. Auch ist die Consistenz der aus gleich starken Lösungen erhaltenen Gallerte eine verschiedene je nach dem Alter der angewendeten Gewebe.

Der Leim löst sich beim Kochen in Wasser leicht zu einer Flüssigkeit, welche beim Erkalten zu einer Gallerte gesteht. Wasser, das noch 1 Proc. Leim enthält, gelatinirt noch beim Erkalten. Durch häufig wiederholtes Erwärmen und Erkalten oder längere Zeit fortgesetztes Kochen verliert der Leim die Eigenschaft zu gelatiniren. Essigsäure und verdünnte Salpetersäure verhindern das Gelatiniren der Leimlösung. In Alkohol, Aether, ätherischen und fetten Oelen ist der Leim unlöslich. Alaunlösung fällt den Leim erst nach Zusatz von Kali oder Natron; der Niederschlag besteht aus Leim und basisch schwefelsaurer Thonerde. Die Leimlösung wird nicht gefällt durch Bleizucker und Bleiessig, wohl aber durch Quecksilberchlorid. Von Wichtigkeit ist seine Verbindung mit Gerbsäure, die in Wasser fast unlöslich ist; diese Verbindung ist constant zusammengesetzt und eignet sich als Mittel zur Bestimmung des Tannins. Sättigt man eine warme Leimlösung mit Kochsalz, Salmiak, Chlorbarium, Salpeter, Kalibichromat, so gelatinirt sie nicht beim Erkalten. Versetzt man eine concentrirte warme Leimlösung mit gesättigter Alaunlösung, so fällt der Leim als durchscheinende, farblose, steife Masse aus. Verdünntere Leimlösung (1 Th. auf 12 Th. Wasser) wird durch geringen Alaunzusatz sehr zähe. Zusatz von Essigsäure verhindert jede Wirkung der Thonerdesalze. Gegen Eisenoxydsalze verhält sich, mit Ausnahme der Färbung der Niederschläge, Leim genau so wie gegen Alaun. Leim,

welcher Thonerdesalze enthält, ist wenig bindend, daher ist Alaunzusatz zum Klären des Leimes zu vermeiden. Löst man Leim in der sechsfachen Gewichtsmenge einer Abkochung von Blau- oder Rothholz und erhitzt dann mit einer Lösung von Kalibichromat, so scheidet sich der Leim als braune unlösliche Verbindung ab. Werden Leimschnitte, die die Farbstoffe obiger Farbhölzer oder Eisenvitriol enthalten, in der Kälte in eine Lösung von Kalibichromat gebracht, so bleibt der Leim unlöslich (auf dieses Verhalten hat der Schwede Hylten-Cavallius im Jahre 1854 eine Methode der Schnell- oder Mineralgerberei gründen wollen).

Die Leimfabrikation der verschiedenen Länder liefert dreierlei Arten von Leim zu Tage, nämlich

a) den sogenannten Haut- oder Lederleim aus Haut, Sehnen u. dergl.;

b) den Knochenleim aus Knochen,

c) den Fischleim aus der Schwimmblase gewisser Fische.

An diese Leimsorten schließen sich die in jüngster Zeit aufgetauchten Arten Leim, der Kleberleim (colle gluten) und der Eiweißleim (colle vegétale ou albuminoïde) an.

§. 34.

Der Haut- oder Lederleim.

Die thierischen Stoffe, das Leimgut oder das Leimleder (colles matières), aus denen der Fabrikant Leim darstellt, sind gewöhnlich Abfälle, die in der Leimsiederei auf die zweckmäßigste Weise zu Gute gemacht werden, so die Abfälle der Gerberei (vom Reinigen der Aasseite, die Kopf-, Schwanz- und Fußstücke, welche der Gerber vor dem Gerben von den Häuten abschneidet, die Abschabsel der Alaungerbereien, die abgestoßenen Narben der Oelgerber), alte Handschuhe, Kaninchen- und Hasenfelle, die vom Hutmacher von den Haaren befreit wurden, ferner Katzen- und Hundefelle, Ochsenfüße, Pergamentabschnitzel, Suronen (Felle, die für viele südamerikauische Droguen wie z. B. Indig als Verpackung dienen), Flechsen, Gedärme, Lederabfälle der Schuhmacher, Sattler, Riemer u. dergl. (welche letztere, als lohgares Leder, jedoch nur unter gewissen Verhältnissen zur Leimfabrikation Anwendung finden können.

Was die Ausbeute an trocknem Lederleim anlangt, so rechnet man auf 100 Th. der Rohstoffe

Abfälle der Weißgerbereien	44—46	Proc. Leim
Oberhaut der Ochsenhäute	30—33	„ „
Abschnitzel der Buenos-Ayres-Häute	56—60	„ „
Flechsen von Ochsenfüßen	35	„ „
Pergamentabschnitzel	60—64	„ „
Abfälle aus den Lohgerbereien	38—42	„ „
Indigsuronen Kaninchenfelle und ähnliche Felle	50—56	„ „
Sehnen von Pferden	15—18	„ „

Im Allgemeinen rechnet der Leimfabrikant von feuchtem und aus den verschiedensten Abfällen bestehenden Leimgut auf eine Ausbeute von 25 Proc. Den Vorzug giebt er dem Abfall aus den Alaungerbereien und Handschuhfabriken, indem dieselben gereinigt und durch Kalk in einen aufbewahrungsfähigen Zustand versetzt, dem Leimsieder dargeboten werden. Alles übrige Leimgut muß vor seiner Verarbeitung gereinigt werden. Die Verarbeitung des rohen Leimleders auf Leim zerfällt in folgende vier Operationen,

1) das Kalken des Leimgutes,
2) das Versieden desselben,
3) das Formen der Gallerte,
4) das Eintrocknen derselben zu Leim.

I. Das Kalken des Leimgutes[1]) hat zum Zweck die Reinigung der Abfälle und die Erreichung größerer Haltbarkeit. Zu dem Ende behandelt man das Leimgut in den Kalkäschern, d. h. in großen Gruben oder Behältnissen mit dünner Kalkmilch (welche im Hektoliter 1 bis 2 Kilogr. gebrannten Kalk enthält) 15—20 Tage lang, wobei man die Kalkmilch öfters erneuert. Durch diese Operation werden die dem Leimgute adhärirenden Blut- und Fleischtheile gelöst und die Fettsubstanzen verseift. Nachdem dies geschehen, muß der anhängende Kalk entfernt werden, weil außerdem ein kalkhaltiger und nur wenig bindender Leim entstehen würde. Zu diesem Behufe schließt man das gekalkte Leimgut in Netze oder Weidengeflechte ein, die man in fließendes Wasser oder in einen Brunnen hängt und der Einwirkung des Wassers mehrere Tage lang ausgesetzt läßt. Das gewaschene Gut breitet man an der freien Luft aus, um es zu trocknen und den Aetzkalk in Carbonat

[1]) Ueber die Veränderungen, welche das Leimleder durch die Einwirkung des Kalkwassers erleidet, hat Rollett (mein Jahresbericht 1858 p. 516) Untersuchungen angestellt. Es geht daraus hervor, daß der Kalk (ebenso auch der Baryt als Barytwasser, das in kürzerer Zeit dieselbe Wirkung hervorbringt, wie der Kalk (!)) die leimgebende Masse des Bindegewebes nicht angreift, den festen Zusammenhang desselben aber dadurch auflockert, daß er einen eiweißähnlichen Körper, welcher das Aneinanderhalten der Formelemente bedingt, auflöst.

überzuführen, was beschleunigt wird, wenn man es täglich mehreremale mit einer Gabel wendet. Sind die Materialien genügend getrocknet, so verpackt man sie und versendet sie an die Leimfabrikanten. In der Leimsiederei wird das getrocknete Leimgut vor dem Versieden nochmals in schwacher Kalkmilch macerirt und dann ausgewaschen. Nach Fleck erscheint es zweckmäßiger, an die Stelle der Kalkmilch schwache Aetzlauge treten zu lassen (auf 750 bis 1000 Kilogr. Leimgut sei eine Lauge aus 5 Kilogr. calcinirter Soda und 7,5 Kilogr. Aetzkalk ausreichend). An Orten, wo Rothgerberei und Leimsiederei in einer Fabrik betrieben werden, macerirt man im Kalkäscher behandeltes Leimgut einige Stunden mit alter Lohbrühe; der Säuregehalt derselben, von Milchsäure, Buttersäure und Propionsäure herrührend, trägt zur Entfernung des Kalkes aus dem Leimgut bei; es bildet sich ferner auf der Oberfläche des Leimleders eine dünne Schicht von Leimtannat, das beim Versieden als Schaum an der Oberfläche der Flüssigkeit sich abscheidet und als Klärmittel wirkt. Wenn der Kalk nur als conservirende Substanz beim Kalken des Leimgutes Anwendung fände, so könnte man ihn vielleicht ersetzen durch Phenylsäure (die überhaupt in der Leimsiederei und Gerberei Beachtung verdient); er soll aber, wie gesagt, nicht blos conservirend, sondern auch reinigend wirken, außerdem hat er die Bestimmung, das auf das Kalken folgende Sieden zu befördern, weil ein Theil des Kalkes von den Geweben gebunden und nicht mehr durch Auswaschen entfernt wird. Höchst wahrscheinlich findet jedoch die Erleichterung des Auflösens auf Kosten der Güte des Leimes statt und es entsteht die Frage, ob man die Anwendung des Kalkes in der Leimfabrikation nicht gänzlich umgehen und die Kalkmilch durch verdünnte Ammoniakflüssigkeit, die besser noch als der Kalk reinigend und verseifend wirkt, ersetzen sollte.

§. 35.

II. Das Versieden des Leimgutes, welches stets im aufgeweichten Zustande zur Verwendung kommt, geschieht entweder auf gewöhnliche Weise in Siedekesseln oder durch fractionirtes Sieden oder endlich durch Anwendung von Dampf. Die Art und Weise des Leimkochens influirt mächtig auf die Qualität des zu erzielenden Leimes, was darin begründet ist, daß die Ueberführung des Leimgutes in Leim oder vielmehr in Gallerte unter dem Einflusse siedenden Wassers nur sehr langsam und nach und nach erfolgt; die zuerst entstandenen Portionen Gallerte bleiben aber der Einwirkung der Siedehitze ausgesetzt, bis alles Leimgut vollständig gelöst ist, in dieser Zeit erleidet sie jedoch wesentliche Veränderungen, namentlich verliert sie ihre Fähigkeit zu gelatiniren und bildet einen Leim von schwächerem Klebevermögen und weit dunklerer Farbe, welche letztere indessen häufig, allerdings mit Unrecht, als

ein Kennzeichen eines vorzüglichen Leimes angesehen wird. Ein rationelles Verfahren der Leimfabrikation würde mithin eine sofortige Trennung des gelösten Leimes von dem noch ungelösten Leimgute erheischen. Nach dem älteren, in den kleineren Leimsiedereien Nürnbergs noch jetzt üblichen Verfahren, bringt man das Leimgut mit der erforderlichen Wassermenge in den Kessel und läßt so lange sieden, bis das Leimgut geschmolzen ist. Die Kessel sind von Eisen, haben oberhalb 50 Centimeter Durchmesser, verjüngen sich aber nach unten konisch bis auf 30 Centimeter. Die Tiefe beträgt 30—60 Centimeter. Die Kessel sind unten mit Hähnen zum Ablassen der Leimlösnng versehen und so eingemauert, daß das Feuer nur den Boden, nicht aber die Seitenwände trifft. Es ist selbstverständlich, daß das Leimgut den Boden nicht berühren darf, wo es unfehlbar verbrennen würde. Man bringt daher in den Kessel, ehe man ihn füllt, ein Drahtsieb oder Weidengeflecht, das man zunächst mit einer Lage Stroh bedeckt und auf dasselbe das Leimgut schichtet, bis der innere Kesselraum damit erfüllt ist. Nachdem das Leimgut mit weichem Wasser — Regen- oder Flußwasser — und zwar einem solchen Quantum übergossen worden ist, daß die Flüssigkeit nach beendigter Lösung des Leimgutes die zum Gelatiniren erforderliche Consistenz besitzt oder doch nur wenig versotten zu werden nöthig hat, beginnt man mit der Heizung, wobei man das Feuer der Art regulirt, daß die Flüssigkeit nur in mäßiges Wallen geräth. Das Leimgut vergrößert sein Volumen, wird immer durchscheinender und schmilzt nach und nach unter Zusammensinken. Das Schmelzen wird durch Umrühren befördert, eben so auch dadurch, daß man von Zeit zu Zeit durch den Hahn am Boden des Kessels einen Theil der Auflösung abläßt und diesen oben aufschüttet. Sobald alles Leimgut in der Flüssigkeit zusammengegangen, was in der Regel nach 3—5 Stunden der Fall ist, so bildet sich auf der Flüssigkeit ein Schaum aus coagulirten Proteïnkörpern, Fettsubstanzen, Kalkseife und anderen Unreinigkeiten bestehend, der mittelst einer Schaumkelle beseitigt wird. Zu der Lösung setzt man nun die Abgänge von fertigem Leim früherer Operationen und feuert so lange fort, bis die Lösung Probe hält. Die Probe wird auf folgende Weise ausgeführt: Man setzt eine mit der heißen Leimlösung gefüllte halbe Eierschaale auf kaltes Wasser, gesteht die Lösung nach einiger Zeit zu einer ziemlich consistenten Gallerte, so ist das Versieden beendigt und die Flüssigkeit wird mittelst des Hahnes und eines Ablaßrohres durch einen mit Stroh belegten Spankorb filtrirt und in die Decantirgefäße — Leimkufen — gebracht, in denen sie durch Absitzenlassen geklärt und hierauf in die Formen gelassen wird. Damit die Gallertlösung während des Decantirens flüssig bleibe, sind die Kufen — gewöhnlich hölzerne, inwendig mit Bleiblech überkleidete Bottiche — außen mit schlechten Wärmeleitern (Säge-

spänen, Häcksel) umgeben. In einigen Fabriken bedient man sich zum Decantiren eines tiefen, aber engen Kessels mit einer der Art eingerichteten Feuerung, daß nur der obere Theil der Wände, nicht aber der Boden und der untere Theil der Wände geheizt wird. Leimkufe und Decantirkessel werden vorgewärmt, ehe man die Leimlösung zulaufen läßt. Behufs der Klärung rührt man eine kleine Menge fein gepulverten Alauns (0,75—1,5 pro Mille der Flüssigkeitsmenge) in die Flüssigkeit und läßt sie eine Nacht hindurch ruhig stehen. Durch den Alaun wird der in dem Leim enthaltene Kalk zum großen Theile als Gyps unlöslich ausgeschieden, eben so werden auch organische Substanzen gefällt, welche den Leim verunreinigen würden. Der Alaunzusatz hat den Nutzen, daß er die Gallerte während des Eintrocknens zu Leim vor Fäulniß bewahrt, auf der anderen Seite aber den Nachtheil, daß er das Klebevermögen des Leimes verringert. Ohne Zweifel wird der Alaun durch andere minder schädliche Mittel verringert werden können, der Kalk läßt sich vielleicht entfernen durch Oxalsäure (aus Kalihydrat und Sägespänen dargestellt), deren gegenwärtiger Preis eine technische Anwendung möglich macht, und die organischen Körper, die aus der Leimlösung zu entfernen sind, können durch Zusatz geringer Mengen von Adstringentien während des Kochens mit dem Schaum entfernt werden. Eine Abkochung von Eichenrinde oder besser noch von Hopfen haben mir bei Versuchen im Kleinen treffliche Dienste geleistet. So wie man die Bierwürze (vergl. Bd. III p. 480) während des Hopfenhaltens dadurch klärt, daß man den Pflanzenleim durch die Hopfengerbsäure fällt („die Würze entleimt"), so wird man auch in dem vorliegenden Falle die auszuscheidenden organischen Stoffe durch hopfengerbsauren Leim einhüllen und dadurch unlöslich machen können. Daß, um den Leim während des Trocknens weniger zum Faulen geneigt zu machen, ein Zusatz von Phenylsäure (Kohlentheerkreosot) ersprießliche Dienste leisten wird, läßt sich als ausgemacht betrachten.

Wenn man beim Leimsieden die weit zweckmäßigere Methode des fractionirten Siedens anwendet, wobei man das zu lange Verweilen des Leimes in höherer Temperatur umgeht, so bringt man eine weit geringere Quantität Wasser, als zum Lösen der Totalmenge des gleichzeitig verwendeten Leimgutes erforderlich ist, in den Kessel — ungefähr nur den vierten Theil davon — und beginnt zu heizen. Sobald die Dampfbildung anfängt, wird der Kessel mit einem gut schließenden Deckel bedeckt, damit die Dämpfe auf die vom Wasser nicht bedeckten Theile des Leimgutes einwirken und dieselben in Leim überführen. Sobald das Wasser nach $1\frac{1}{2}$—2stündigem Kochen hinreichend Leim aufgenommen hat, schöpft man die Lösung von dem Leimgute ab, gießt neuerdings Wasser zu und wiederholt das Abschöpfen und Zugießen

mehrmals, bis die letzte Abkochung eine nicht mehr gelatinirende Leimlösung liefert, welche zum Auflösen neuer Mengen Leimgut verwendet wird. Die verschiedenen Abkochungen werden mit Ausnahme der letzten, entweder in dem nämlichen Decantirgefäß gemischt und geklärt, oder, was vorzuziehen ist, jede Abkochung für sich verarbeitet, wodurch man also verschiedene Leimsorten erhält, die Erfahrung hat nämlich gelehrt, daß der aus dem ersten Aufguß erhaltene Leim ein viel größeres Klebevermögen besitzt, als die letzten Abkochungen.

Zuweilen wendet man zum Schmelzen des Leimgutes Kessel an, welche den Bd. IV p. 405 u. f. beschriebenen Bäuchapparaten ähnlich sind; die Kessel sind nämlich mit einem durchlöcherten Metallboden als Einsatzboden versehen, in dessen Mitte ein Rohr bis reichlich zu $^2/_3$ der Höhe des Kessels emporsteigt. Das Leimgut liegt auf dem Einsatzboden. Sobald die Dämpfe während des Kochens sich schneller bilden, als sie durch das Leimgut entweichen können, drücken sie die Lösung in dem Rohre in die Höhe, so daß dieselbe ununterbrochen über das Leimgut strömt und die Schmelzung wesentlich befördert.

Das rationellste Verfahren des Leimsiedens besteht sicher in der Anwendung von Dampf, wobei man Hochdruckdämpfe mitten in das Leimgut strömen läßt. Hierbei bewirkt man in der kürzesten Zeit eine Schmelzung und erhält nur höchst concentrirte Lösungen, die sich in dem unteren Theil des Bottichs, in dem man das Schmelzen des Gutes vornimmt, ansammeln und somit der nachtheiligen Einwirkung der Hitze entrückt sind. In neuerer Zeit kommt der „Dampfleim" im Handel häufiger vor als früher.

Es ist wiederholt die Ansicht ausgesprochen worden, daß es vortheilhaft sei, den Leim erst bei beginnender Fäulniß des Leimgutes zu bereiten, nachdem man das letztere mit Chlor oder mit schwefliger Säure desinficirt habe. Es soll dadurch ein hellerer Leim erhalten werden. Ob diese Ansicht begründet ist, wollen wir dahin gestellt sein lassen. Nach den Vorschlägen von Ruthay (1858) soll man das Leimgut in fließendem Wasser liegen lassen, bis die beginnende Fäulniß durch den Geruch sich kundgiebt, es dann in einem Bottich mit einer concentrirten wässerigen Lösung von schwefliger Säure übergießen und in einem bedeckten Gefäße 24 Stunden lang stehen lassen, worauf man die Säure abfließen läßt, das Gut mit Wasser abwäscht und auf's Neue mit schwefliger Säure übergießt. Nach einiger Zeit wird das Leimgut durch Wasser von aller Säure befreit, in einen Bottich gebracht, welcher davon zu $^2/_3$ angefüllt, wird und den man dann mit Wasser von 43° C. vollends anfüllt und bedeckt an einem warmen Orte 24 Stunden lang stehen läßt; die nach Verlauf dieser Zeit abgelassene Flüssigkeit gelatinirt beim Erkalten. Auf den Rückstand gießt man neuerdings Wasser von etwa 50°, das nach 24 Stunden von Neuem Gallerte liefert und so wird fortgefahren, so lange sich noch

etwas auflöst. Das Verfahren Ruthay's verdiente wol von den Leimsiedern probirt zu werden, da die Leimbildung in diesem Falle ohne das die Klebkraft des Leimes beeinträchtigende Sieden vor sich geht.

§. 36.

III. Das Formen der Gallerte. Sobald die Lösung der Gallerte in den Leimkufen oder Dekantirkesseln hinreichend geklärt und etwas abgekühlt ist, schreitet man zum Gießen derselben in Formen, in welchen sie zu Blöcken aus Gallerte erstarrt, welche zu Leimtafeln zerschnitten und getrocknet werden.

Die Formen — die Leimtröge — in welche man die Leimlösung durch einen Metallseiher laufen läßt, sind von Fichten- oder Tannenholz, welche etwa 1 Meter lang, 10 Centimeter tief und 30 Centimeter breit sind, oben sind sie gewöhnlich etwas breiter, damit der Gallertblock leicht herausgenommen werden kann. Am Boden der Form befindet sich eine Reihe von Einschnitten, deren Entfernung von einander der Breite einer Leimtafel entspricht. Die Formen werden vor dem Gebrauch rein ausgewaschen und entweder feucht gelassen, oder getrocknet und dann eingeölt oder mit Unschlitt bestrichen, damit die sich bildende Gallerte der Wand nicht adhärire. Neuerdings hat man die Holzformen durch Formen aus Zink- oder Eisenblech zu ersetzen gesucht. Nachdem die Formen vollkommen horizontal gestellt worden sind, füllt man sie bis an den Rand mit der noch lauwarmen Leimlösung an und überläßt sie dann sich selbst. Je nach der Jahreszeit findet man nach 12—24 Stunden die Flüssigkeit gelatinirt. Das Lokal, in welchem die Formen stehen, muß möglichst kühl gehalten werden, zu dem Ende hält man die Steinplatten, womit der Raum gepflastert ist, durch Benetzen mit Wasser feucht. Bei Anwendung von Metallformen kann man das Gelatiniren der Leimlösung durch Eintauchen derselben in durch Eis kalt erhaltenes Wasser beschleunigen. Ist der Gallertblock gehörig gebildet, so macht man denselben mittelst eines mit Wasser benetzten Messers von den Wänden der Form los, worauf man die Form auf einer benetzten Platte (aus Solenhofer Kalkstein oder Marmor) umstürzt und dann aufhebt. Der auf der Platte zurückbleibende Block wird zunächst durch horizontale Schnitte in Tafeln zertheilt, die der Dicke einer Leimtafel entsprechen; die Tafeln werden hierauf, die oben erwähnten Einschnitte am Boden der Form als Richtschnur benutzend, vertikal in einzelne Tafelbreiten zerschnitten. Das Zerschneiden in horizontale Tafeln geschieht entweder mit Hülfe eines Klaviersaitendrahtes, der nach Art eines Sägeblattes in einen Rahmen gespannt ist und dessen Richtung durch Richtscheite, die in der Dicke einer Leimtafel entsprechenden Abständen angebracht sind, gegeben wird; oder mittelst mehrerer Drähte, die in gleichen Entfernungen horizontal aufgespannt sind, unter welchen ein auf

Leisten oder Rollen verschiebbarer Schlitten hin und her bewegt werden kann. Wird der Schlitten mit dem darauf liegenden Gallertblock durch den Rahmen geschoben, so wird die Gallerte in Tafeln zerschnitten von

	vor dem Trocknen	nach dem Trocknen	
Länge	25	23	Centimeter.
Breite	15	11	„
Dicke	5	2,5	Millimeter.

§. 37.

IV. Das Trocknen des Leimes geschieht auf aus Bindfaden gefertigten Netzen, welche in Rahmen ausgespannt, auf luftigen Trockenböden der Sonne und der Luft ausgesetzt werden. Das Trocknen ist eine der schwierigsten Operationen in der Leimfabrikation, da die Temperatur der Luft und der hygrometrische Zustand derselben auf das Produkt, namentlich während der ersten Tage, von wesentlichem Einflusse sind. Die Gallerte nämlich, die durch das Trocknen in Leim verwandelt werden soll, ist nur fest, so lange die Temperatur 20° nicht weit übersteigt; bei höherer Temperatur zerfließt sie und erweicht wenigstens in der Weise, daß der Leim durch die Maschen des Netzes dringt und so kräftig die Fäden adhärirt, daß man diese in siedendes Wasser bringen muß, um den Leim von den Netzen zu entfernen. Ist die Luft zu trocken, so werden die Tafeln, in Folge unregelmäßigen Zusammenziehens, krumm und rissig. Frostkälte verursacht ein Zerspringen der Tafeln und der Fabrikant muß fast immer zum Umschmelzen des Leimes sich entschließen. Bei feuchter Witterung trocknet der Leim nicht, während der heißen Jahreszeit ist außerdem, namentlich bei Gewittern, ein totales Verderben des Leimes zu befürchten. Es folgt daraus, daß eigentlich nur trockne Frühjahr- und Herbsttage zum Trocknen des Leims sich eignen. Oft schon haben die Leimfabrikanten es versucht, durch künstliche Wärme nachzuhelfen, aber meist ohne Erfolg, weil der geringste Wärmeüberschuß die Gallerte schmolz und man es gewöhnlich übersah, zu gleicher Zeit mit der Anwendung der Wärme den erforderlichen Luftwechsel eintreten zu lassen. [1])

Die Trockenräume, deren man sich in neuerer Zeit in den größeren Leimfabriken zum Trocknen des Leims bedient, sind (nach der Beschreibung von Fleck) große, mit Holztäfelung versehene Säle, die den abziehenden Dämpfen durch eine dem Dampfgenerator zugeneigte Röhrenleitung, die durch die un-

---

[1]) Schinz beweist in seiner Wärmemeßkunst (Stuttgart 1858 p. 440—444), daß bei Anwendung passender Vorrichtungen die künstliche Trocknung des Leims praktisch und ökonomisch ausführbar ist.

teren Räume des Trockensales und an den Wänden circulirt, den Durchgang gestatten in der Weise, daß das Condensationswasser nach dem Dampfkessel abfließen kann. An dem Boden befinden sich Luftzüge, die durch Schieber oder Klappen geöffnet oder geschlossen werden können, in der Decke oder dem Gesimse der Trockenräume Oeffnungen, durch welche die mit Feuchtigkeit gesättigte Luft entweichen kann. Die Horden mit den Leimtafeln befinden sich auf dicht übereinander liegenden Lattengerüsten. Die unteren Horden trocknen am schnellsten aus, so daß nach Verlauf von 18—24 Stunden die oberen an die Stelle der unteren gebracht werden können. Mit der steigenden Lufttemperatur wird die Heizung ermäßigt und endlich bei einer äußeren Temperatur von 15—20° unterbrochen. Die geeignetste Lage der Trockenräume ist die Nordseite. Die darin so weit als möglich ausgetrockneten Leimtafeln werden zuletzt gewöhnlich noch in einer stark geheizten Trockenstube auf den erforderlichen Grad der Härte gebracht. Den trocknen Tafeln pflegt man schließlich dadurch Glanz zu geben, daß man dieselben in heißes Wasser taucht, mit einer benetzten Bürste abbürstet und dann von Neuem trocknet.

Im Jahre 1857 ließ sich E. Tucker[1]) für England ein Patent auf ein eigenthümliches Verfahren des Trocknens des Leimes ertheilen, das sich durch große Einfachheit auszeichnet. Die decantirte und hinreichend eingekochte Leimlösung kommt in einen Kessel, dessen Heizung so angeordnet ist, daß die Lösung darin flüssig bleibt. Oberhalb des Kessels ist eine hohle Metallwalze so angebracht, daß sie, um ihre horizontale Axe gedreht, in die Leimlösung bis ungefähr auf ein Drittel ihrer Höhe eintaucht. Wird nun die mit Dampf geheizte Walze langsam gedreht, so nimmt sie eine Schicht Leimlösung mit sich in die Höhe, die auf der heißen Walzenfläche sofort getrocknet und dadurch, ehe die betreffende Stelle der Walzenfläche wieder in die Leimlösung eintaucht, so viel Selbständigkeit erlangt hat, daß sie als endloses Blatt von der Walze abgenommen werden kann. Die durch Zerschneiden des noch weichen und biegsamen Blattes erhaltenen kleinen Blätter werden auf Horden vollends ausgetrocknet.[2])

§. 38.

Leim aus Lederabfällen. Um aus den Abschnitzeln des lohgaren Leders den Gerbstoff auszuziehen und das Leder für die Fabrikation des Leimes zuzurichten, schlägt O. Rich (und später M. Johnson) vor, die Leder-

---

[1]) Vergl. meinen Jahresbericht pro 1857 p. 422.

[2]) Auf der deutschen Gewerbeausstellung zu Berlin im Jahre 1844 war ein Leim unter dem Namen Maschinenleim in dünnen Blättchen ausgestellt, welcher offenbar au einer metallnen Vorrichtung und durch künstliche Wärme getrocknet worden war.

abfälle 6—12 Stunden lang mit Natronlauge von 1,025 spec. Gewicht zu maceriren. Die durch Abseihen und Pressen oder besser durch Ausschleudern in der Centrifuge von den Abfällen getrennte Flüssigkeit wird mit einer Säure neutralisirt, um den Gerbstoff frei zu machen, worauf die Flüssigkeit wieder zum Gerben benutzt werden kann (diese Angabe ist nicht glaubwürdig, da Gerbsäure bei Luftzutritt durch Lauge in der kürzesten Zeit unter Bildung von Humusprodukten zersetzt wird). Die Maceration mit Natronlauge wird wiederholt, um den Abfällen die Gerbsäure möglichst vollständig zu entziehen. Dann wäscht man sie mit Wasser, legt sie 24 Stunden lang in eine verdünnte Säure, bringt sie dann in schwache Sodalösung und wäscht sie endlich mit Wasser aus, worauf sie nach dem gewöhnlichen Verfahren auf Leim verarbeitet werden können. Zweckmäßiger als das vorstehende Verfahren scheint folgendes, von Stenhouse herrührendes, behufs der Gewinnung von Leim aus Leder zu sein. Werden die dünneren Arten von lohgarem Leder (sogenanntem Oberleder) in kleine Stückchen zerkleinert, in einem Papin'schen Digestor unter einem Drucke von etwa 2 Atmosphären mit 15 Proc. Kalkhydrat und einer beträchtlichen Menge Wasser gekocht, so wird das Leder fast vollständig zersetzt; die Gerbsäure verbindet sich mit dem Kalk zu unlöslichen Kalktannat, und es bildet sich eine concentrirte Leimlösung, die nach dem Abdampfen einen vortrefflichen Leim giebt. Die Menge des auf diese Weise erhaltenen Leders betrug durchschnittlich 25 Proc. von der des Leimes.

§. 39.

Der Knochenleim.

Der Knochenleim (colle des os, ostéocolle, gélatine, grénetine, *glue of bones*), welcher aus dem Knochenknorpel entsteht, der, wie Bd. III p. 282 angegeben, fast den dritten Theil (32,17 Proc.) vom Gewicht der Knochen ausmacht, kann aus den Knochen durch Behandlung derselben mit Salzsäure und darauf folgendes Schmelzen, oder durch Hochdruckdämpfe gewonnen werden.

Die Darstellung des Knochenleimes mittelst Salzsäure ist das gewöhnliche Verfahren. Es rührt von d'Arcet her und wurde von H. Fleck und Gentele verbessert. Am vortheilhaftesten ist es, wenn man die Knochenleimfabrikation mit der von Salmiak und Phosphor combinirt. Die Darstellung des Knochenleimes zerfällt in

I. die Entfettung der Knochen,
II. deren Behandlung mit Salzsäure,
III. die Ueberführung des Rückstandes in Leim.

I. Die Entfettung der Knochen geschieht am besten durch einfaches Auskochen derselben in einem eisernen oder kupfernen Kessel (vergl. Bd. III p. 283). Das Knochenfett begiebt sich auf die Oberfläche und kann abgeschöpft werden. Da hierbei eine Lösung des Knochenknorpels zu Gallertlösung nicht beabsichtigt wird, so ist ein Austrocknen unter Druck nicht vortheilhaft. Um an Brennstoff möglichst zu sparen, nimmt man die ausgekochten Knochen durch Rechen aus der heißen Flüssigkeit, und ersetzt sie durch frische Knochen, bis die Abkochung gallertartig wird. Letztere wird als Viehfutter oder als Dünger verwendet. Es ist auch vorgeschlagen worden, die Knochen mit Hülfe von Schwefelkohlenstoff zu entfetten.

II. Die Extraction der entfetteten Knochen mittelst Salzsäure. Nach der Entfettung und dem Abtropfenlassen bringt man die Knochen in Körbe und letztere in hölzerne Standgefäße, welche so hoch sind, daß die Körbe bis zur Hälfte der Höhe in dieselben einragen, hängt letztere an Stäbe oder Querbalken und setzt die Knochen der Einwirkung einer auf 7° B. (= 1,05 spec. Gew. = 10,6 % Cl H) gebrachten Salzsäure aus. Auf 10 Kilogr. zu extrahirende Knochen rechnet man 40 Liter Salzsäure von der angegebenen Stärke. Die Einwirkung findet langsam statt und ist nach 6—8 Tagen beendigt; die Knochen werden dabei nach und nach biegsam und durchsichtig. In der Regel geschieht die Ausziehung des phosphorsauren Kalkes in concentrirter Säure nicht vollständig, daher es räthlich ist, die Knochen nur so lange mit dieser Säure zu maceriren, bis sie zu erweichen beginnen; man entfernt dann die Körbe aus den Ständern und bringt sie in andere, die bis zur Hälfte mit Salzsäure von 3° B. angefüllt sind. Hier geht die Extraction vollständig vor sich, während die Flüssigkeit aus den ersten Ständern, eine Lösung von saurem Kalkphosphat und Chlorcalcium von 16° B. (= 1,12 spec. Gew.) auf die Abdampfpfannen gebracht und auf Phosphor und Salmiak verarbeitet wird. In der zweiten Säure läßt man die Knochen bis zu ihrer völligen Erweichung, was man daran erkennt, daß die Knochen durchscheinend geworden sind und nach allen Richtungen hin gebogen werden können; hierauf werden sie herausgenommen und nach dem Abtropfenlassen eine Viertelstunde in fließendes Wasser gebracht, hierauf in ein Gefäß mit Kalkwasser mehreremal eingetaucht und nochmals gewaschen. Nach dieser letzten Behandlung sind die Knochen zum Versieden genügend vorbereitet. [1])

---

[1]) Um die Extraction des Kalkphosphates zu beschleunigen, pumpen Jullien und Pirie (1860) die Luft aus den (dicht verschließbaren) Gefäßen, in denen die Maceration der Knochen in Salzsäure geschieht.

Beim Einkaufe der Knochen hat der Leimfabrikant darauf Rücksicht zu nehmen, daß man aus frischen Knochen größere Mengen von Fett gewinnt, und in alten Knochen die leimgebende Substanz zum großen Theile zerstört ist. Aber auch in ganz frischen Knochen wechselt der Gehalt an Osseïn und Kalkphosphat bedeutend, so daß gewisse Arten bis zu 45 Proc., andere nur 30 Proc. und noch weniger Leim geben. Ist die Salzsäure am Orte von Werth, so ist es vortheilhafter, bei zulässiger Wahl der Knochen diejenigen Arten einzukaufen, welche mehr Leim geben; umgekehrt wird man, wenn eine reichliche Gewinnung von phosphorsaurem Kalke beabsichtigt ist, die kalkreicheren Sorten wählen. Im Allgemeinen enthalten die Knochen um so mehr phosphorsauren Kalk und um so weniger Leimsubstanz, je dichter und fester sie sind, folglich Röhrenknochen am meisten phosphorsauren Kalk, hingegen die porösen Hornknochen am meisten Leimsubstanz.

III. Die Ueberführung des Rückstandes in Leim. Hinsichtlich der Verarbeitung der Knochensubstanz auf käuflichen Leim ist hier blos die Darstellung der Gallerte bis zu ihrem Zerschneiden in Tafeln zu besprechen, weil von da an diese Fabrikation mit dem gewöhnlichen Leimfabrikationsverfahren übereinstimmt. Die vollkommen oder nur theilweise getrocknete Knochensubstanz (der Knorpel) wird in eine hohe, nach oben etwas weitere Stande gefüllt, welche einen oder mehrere Senkböden enthält, mit einem gutschließenden Deckel und am Boden mit einer Ablaßöffnung versehen ist. Die Knochensubstanz wird auf dem aus einem Lattengitter bestehenden Senkboden ausgebreitet. Durch eine passende Oeffnung im Deckel wird aus einem einfachen Destillirkessel (einer Branntweinblase) Wasserdampf in die Stande geleitet, dessen sich nicht verdichtender Antheil aus einer Oeffnung entweicht, die etwa ½ Fuß über dem Boden der Stande angebracht ist. Kurze Zeit nach dem Einströmen des Dampfes in die Stande läuft ein Strom flüssiger Gallerte aus dem Ablaßrohre, die gewöhnlich so concentrirt ist, daß sie sogleich in die Kästen ausgegossen werden kann, worin sie zu den Blöcken erstarrt, aus denen die Leimtafeln geschnitten werden. Kommt nach einigen Stunden dünnere Gallerte, so öffnet man die Stande und bringt die aufgequollenen Leimklumpen mit der nicht genügend concentrirten Gallerte in einen kupfernen Kessel, um unter Kochen und Umrühren vollends aufzulösen. Nachdem die Flüssigkeit die gehörige Consistenz erreicht, gießt man sie in die Formen und verfährt übrigens wie bei der gewöhnlichen Methode der Darstellung von Leim. Das in dem Knorpel in kleiner Menge noch zurückgebliebene Kalkphosphat giebt dem Knochenleim ein milchiges Ansehen, das häufig noch durch Zusatz von Barytweiß, Zinkweiß, Bleiweiß, Kreide oder Thon vermehrt wird. Die ungünstige Meinung, die sich immer noch über den mittelst Salz-

säure erhaltenen Knochenleim unter den leimconsumirenden Industriellen und im Handel erhalten hat, fand ihren Grund in der Anwendung zu starker Salzsäure. Durch die Anwendung von Salzsäure von 7° B. bei niedriger Temperatur und darauf folgendes Neutralisiren mit Kalkwasser (und nicht mehr mit Kalkmilch), ist aber eine Zersetzung des Osseïns nicht mehr zu befürchten. Und in der That bricht sich der Knochenleim unter dem Namen Patentleim immer mehr Bahn.[1]

Die ersten Versuche, Knochenleim durch Ausziehen des Osseïns mittelst Dampf darzustellen, rühren von Papin (1681) her. In neuerer Zeit ist das Verfahren durch Rumford, Parmentier und d'Arcet in verbesserter Gestalt angewendet worden. Nach dem Verfahren der letzteren werden die zerkleinerten und gewaschenen Knochen in einen Korb aus Drahtgeflecht der Einwirkung von Wasserdämpfen von 106° C. ausgesetzt. Der Korb mit den Knochen kommt in einen genügend starken gußeisernen Cylinder, der überall luftdicht verschlossen und oben mit einem Mannloch versehen ist, welches man beliebig öffnen und schließen kann. Die Cylinder haben eine Höhe von 1 Meter und einen Durchmesser von 33 Centimeter. Bei jeder Operation können etwa 35 Kilogr. Knochen behandelt werden. Nachdem der Deckel aufgesetzt ist, läßt man aus einem Dampfgenerator den Dampf durch ein am Boden des Cylinders befindliches Rohr eintreten, welcher die Leimbildung veranlaßt und durch seine Verdichtung, die außerdem auch noch durch einen Strahl kalten Wassers, durch ein Rohr in die Mitte des Apparates geleitet, befördert wird, eine Leimflüssigkeit bildet, welche durch einen am unteren Theile des Cylinders befindlichen Hahn über Rinnen in die Decantirgefäße abfließt. Die Umwandelung des Osseïns in Leim geht so langsam vor sich, daß nach viertägiger Einwirkung noch immer 8 Proc. organischer Substanz in den Knochen enthalten sind. Für die Ausbeute an Leim und die Güte desselben ist es von Wichtigkeit, die Einwirkung des Dampfes nicht über die erforderliche Zeit hinaus zu verlängern und die Grenze der oben angegebenen Temperatur nicht zu überschreiten, widrigenfalls eine Zersetzung der leimgebenden Substanz eintreten könnte. Die Rückstände in den Cylindern lassen sich noch zweckmäßig zur Bereitung von Knochenkohle anwenden.

Vier Cylinder, jeder von 1 Kubikmeter Capacität, liefern so viel Leimlösung, daß stündlich aus einem jeden Cylinder 5,25 Liter abgelassen werden können, wovon 1,5 Liter die Dämpfe, 3,75 Liter das hinzugelassene kalte Wasser geliefert haben. 100 Kilogr. Knochen geben nach diesem Verfahren 30 Kilogr. Leim.

---

[1] Vergl. H. Fleck, Verbessertes Verfahren der Phosphorfabrikation, Leipzig 1855 p. 42 und 56.

§. 40.

Flüssiger Leim.

Wenn man nach Dumoulin's Angabe Leim mit einem gleichen Gewicht Wasser und einer kleinen Menge Salpetersäure behandelt, so erhält man eine Lösung, die noch alle Klebkraft des angewendeten Leimes besitzt, aber die Eigenschaft zu gelatiniren eingebüßt hat. Auf diesem Verfahren beruht die Darstellung des flüssigen Leimes, der sich bereits allgemein in Deutschland eingebürgert hat. Nach Dumoulin's Vorschrift (mein Jahresbericht 1855 p. 362) löst man behufs der Bereitung von flüssigem Leim 1 Kilogr. Kölner Leim in 1 Liter Wasser und setzt zu der Lösung nach und nach 0,2 Kilogr. Salpetersäure von 36° B. hinzu. Nachdem die stürmische Entwicklung von salpetrigen Dämpfen vorüber ist, läßt man die Flüssigkeit erkalten. v. Fehling's Untersuchungen des im Handel vorkommenden flüssigen Dampfleims (1855) führten zu folgenden Resultaten. Es lagen drei Sorten vor, nämlich russischer Leim (A), heller Dampfleim (B) und dunkler Dampfleim (C). A war weiß und durchsichtig, bei gewöhnlicher Temperatur ziemlich fest und enthielt in 100 Theilen

39,7 Th. Leim (mit 4,1 Proc. Asche, hauptsächlich aus Bleisulfat bestehend),
1,4 „ Salpetersäurehydrat,
58,9 „ Wasser.

Man erhält ihn durch Lösen von 100 Th. Kölner Leim in 100—110 Theilen Wasser und Zumischen von 5,5—6 Th. Salpetersäurehydrat. Um dem Leim die Farbe des russischen Leimes zu geben, mischt man 6 Th. Bleisulfat hinzu. B bestand in 100 Theilen aus

28,9 Th. Leim (mit 1,9 Th. Asche),
2,5 „ Salpetersäurehydrat,
68,6 „ Wasser.

Er läßt sich aus 100 Th. Kölner Leim, 200 Th. Wasser und 12 Th. Salpetersäurehydrat darstellen. C enthielt in 100 Th.

35,5 Th. Leim,
3,5 „ Salpetersäurehydrat,
61,0 „ Wasser.

Um ihn nachzuahmen, nimmt man auf 100 Th. Leim 140 Th. Wasser und 16 Th. Salpetersäure. Der letztere Leim ist den beiden ersten Sorten vorzuziehen.

Einen noch vorzüglicheren flüssigen Leim, als der ist, welchen man bei

Behandlung festen Leimes mit Salpetersäure erhält, gewinnt man, indem man wasserhelle sogenannte Gelatine oder guten Kölner Leim im Wasserbade mit einer gleichen Quantität starkem Essig, ein Viertheil Alkohol und ein klein wenig Alaun auflöst. Unter dem Einflusse des Essigs behält dieser Leim auch in kaltem Zustande seine Flüssigkeit bei. Er ist sehr bequem bei einer großen Anzahl kleiner Arbeiten, die keinen sehr guten Klebstoff erheischen, denn er ist stets für den Gebrauch bereit und hält sich unbegrenzt lange. Die Fabrikanten falscher Perlen brauchen ihn in großer Menge, ferner dient derselbe zum Festkitten von Perlmutter, Horn rc. in Holz und Metall.

§. 41.

Prüfung der Güte des Leimes.

Der Leim läßt sich auf seine Güte zwar am zuverlässigsten durch einen versuchsweisen Gebrauch prüfen, doch zeigt er schon von Außen gewisse Eigenschaften, nach denen approximativ sein Werth beurtheilt werden kann. Man verlangt von einem guten Leim, daß er gleichmäßig hellbraun oder bräunlichgelb sei, keine Flecken zeige, glänzend, wenn kein Zusatz von Mineralsubstanzen stattgefunden, klar, durchscheinend, spröde und hart sei, an der Luft trocken bleibe, beim Biegen kurz abbreche, einen glasartig glänzenden Bruch gebe, in kaltes Wasser gelegt, selbst nach 48stündiger Digestion, nur aufquelle, aber nicht zerfließe. Ein splittriger Bruch deutet auf unvollkommen geschmolzene sehnige Theile. Die Bindekraft und Zähigkeit des Leimes sucht man oft durch Zusatz von erdigen Pulvern zu erhöhen. Dies ist z. B. bei dem russischen Leim der Fall, welcher seine undurchsichtige weiße Farbe einem Zusatz von Bleiweiß, Bleisulfat, Zinkweiß oder Kreide verdankt, welche in der Menge von 4—8 Proc. dem Leime zugesetzt werden. Neuerdings dient häufig das Barytweiß als Zusatz. Auch mit chromsaurem Bleioxyd versetzter gelber Leim kommt im Handel vor.

Sehr häufig finden sich Leimsorten, die von völlig gleichen äußeren Eigenschaften, trotzdem bei ihrer Anwendung einen ganz verschiedenen Grad von Bindevermögen kundgeben. Es sind deshalb von verschiedenen Technikern Leimprüfungsmethoden vorgeschlagen worden, die theils auf chemischen, theils auf physikalischen Eigenschaften beruhen.

A. Chemische Prüfungsmethoden. Methode von Graeger (1852). Von der Ansicht ausgehend, daß die Güte eines Leimes, abgesehen von dessen Ursprunge, abhängig sei von seinem Gehalte an Leimsubstanz oder Glutin und der Abwesenheit fremder Körper, die seine Bindekraft schwächen, bestimmte Graeger die Menge des Glutins durch Fällen der

Leimlösung mit Tannin. Aus dem Gewichte des Leimtannates (dessen Zusammensetzung er in 100 Theilen zu 42,74 Th. Glutin und 57,26 Th. Tannin annahm) ward der Gehalt des Leimes an reinem Glutin berechnet. Die Analysen von 10 Leimsorten [1]) ergaben folgende Resultate

	I.	II.	III.	IV.	V.
Preis des Centner in Thlrn.	11	9,6	13	18	18
Wasser	7,31	5,02	10,10	12,25	11,95
Glutin	72,50	70,72	73,18	81,00	73,40
fremde Stoffe	20,19	24,26	17,72	6,75	14,65
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
Preis des Centner in Thlrn.	18	18	10	10	16
Wasser	10,24	10,45	7,20	6,27	13,92
Glutin	68,98	68,07	79,26	71,65	70,40
fremde Stoffe	12,92	13,39	22,54	22,08	7,55
Bleiweiß	7,86	—	—	—	8,13
chromsaures Bleioxyd	—	8,09	—	—	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Nach demselben Prinzipe wie Graeger verfährt auch Risler-Beurat (1860). Nach der von letzterem vorgeschlagenen Methode der Bestimmung des Gehaltes an Leimsubstanz in den Leimsorten operirt man auf folgende Weise. Man stellt sich zwei Normalflüssigkeiten dar, von denen die eine in einem Liter 10 Grm. reine Gerbsäure, die andere in einem Liter 10 Grm. Hausenblase und 20 Grm. Alaun aufgelöst enthält. Da diese beiden Flüssigkeiten sich nicht zu gleichen Volumen sättigen, so bestimmt der Verf. den Titer der einen im Verhältniß zur andern, und verdünnt dann die Gerbsäurelösung, welche zu concentrirt ist, mit der hiernach erforderlichen Quantität Wasser. Diese letztere Operation dürfte aber überflüssig sein; es kommt nur darauf an, den

[1]) A. Faißt fand bei der Untersuchung von russischem Leim in 100 Th. an fremden Beimengungen:

	I.	II.	III.	IV.
Zinkweiß	1,66	—	—	—
Kreide	2,40	2,92	3,79	2,10
Bleisulfat	—	4,16	2,35	3,18
	4,06	7,08	6,14	5,28

Titer der Gerbsäurelösung im Verhältniß zu reiner Leimsubstanz, als welche die Hausenblase angesehen wird, zu bestimmen.

Um einen Leim zu untersuchen, löst man nach dem Verf. 10 Grm. desselben mit 20 Grm. Alaun in einem Liter Wasser auf, indem man die Mischung nöthigenfalls zum Kochen erhitzt. Man nimmt dann 10 Cubikcentim. der Gerbsäurelösung und gießt unmittelbar 10 Cubikcentim. der Leimlösung hinzu, da man sicher sein kann, daß dies nicht genug ist, weil kein im Handel vorkommender Leim die Reinheit der Hausenblase hat. Man schüttelt die Mischung stark, fügt, wenn der Niederschlag sich nach einigen Minuten abgesetzt hat, wieder 1 Cubikcentim. Leimlösung hinzu und filtrirt durch ein kleines naßgemachtes Kattunfilter. Wenn ein Tropfen Leimlösung in der Flüssigkeit noch eine Trübung hervorbringt, setzt man abermals 1 Cubikcentim. derselben zu und filtrirt dann wieder durch dasselbe Filter, worauf man wieder mit einem Tropfen Leimlösung probirt, und so fort, bis die filtrirte Flüssigkeit durch die Leimlösung nicht mehr getrübt wird.

Schneider (in Mühlhausen) hat das obige Verfahren einer Prüfung unterworfen. Nachdem er die beiden Normalflüssigkeiten nach den Angaben des Erfinders bereitet hatte, bestimmte er den Titer der Gerbsäurelösung im Verhältniß zur Hausenblasenauflösung; er fand dabei als Mittel von drei Bestimmungen, daß 100 Cubikcentim. Gerbsäurelösung durch 118 Cubikcentim. der Hausenblasenlösung vollständig gefällt wurden. Er löste darauf 10 Grm. eines durchscheinenden brüchigen Leims und 20 Grm. Alaun in 1 Liter Wasser auf. 20 Cubikcent. der Gerbsäurelösung erforderten bei vier verschiedenen Versuchen im Mittel 26,2 Cubikcentim. Leimlösung zur Fällung, für 100 Cubikcentim. der Gerbsäurelösung demnach 131 Cubikcentim. Leimlösung. Der untersuchte Leim enthielt mithin 90 Proc. Glutin ($x : 100 = 118 : 131$). Dem Verfahren von Graeger und dem von Risler-Beurat ist der Vorwurf zu machen, daß eine Leimlösung mit Gerbsäure nicht so vollständig ausgefällt werden kann, daß das abgedampfte Filtrat nicht beim Erhitzen den eigenthümlichen Leimgeruch gezeigt hätte. Aber die vollständige Fällung des Leimes auch zugestanden, so hat man doch, da die Constitution des Leimes noch nicht bekannt ist und derselbe höchst wahrscheinlich ein gemengter Stoff ist, in der chemischen Leimprobe keine Bürgschaft dafür, daß in der That die Menge der an Tannin gebundenen Substanz in geradem Verhältniß zur Bindekraft des Leimes stehe. Gallerte und Leim sind ganz verschiedene Körper, letzterer hat Bindekraft, welche der ersteren so ziemlich abgeht, und doch werden beide aus Lösungen durch die nämliche Tanninmenge gefällt.

§. 42.

B. Mechanische Prüfungsmethode des Leimes. Verfahren von Schattenmann. Legt man den zu prüfenden Leim längere Zeit in eine größere Menge Wasser von ungefähr 15° C., so schwillt er beträchtlich an und schluckt eine reichliche Menge Wasser ein, welche das fünf- bis sechzehnfache seines eigenen Gewichtes beträgt. Je consistenter und elastischer der Leim im aufgequollenen Zustande ist, desto größer ist seine Bindekraft. Je mehr Wasser er absorbirt, desto ausgiebiger ist der Leim. Bei der Prüfung von 7 Leimsorten erhielt Schattenmann (nach 24stündigem Einweichen) folgende Resultate:

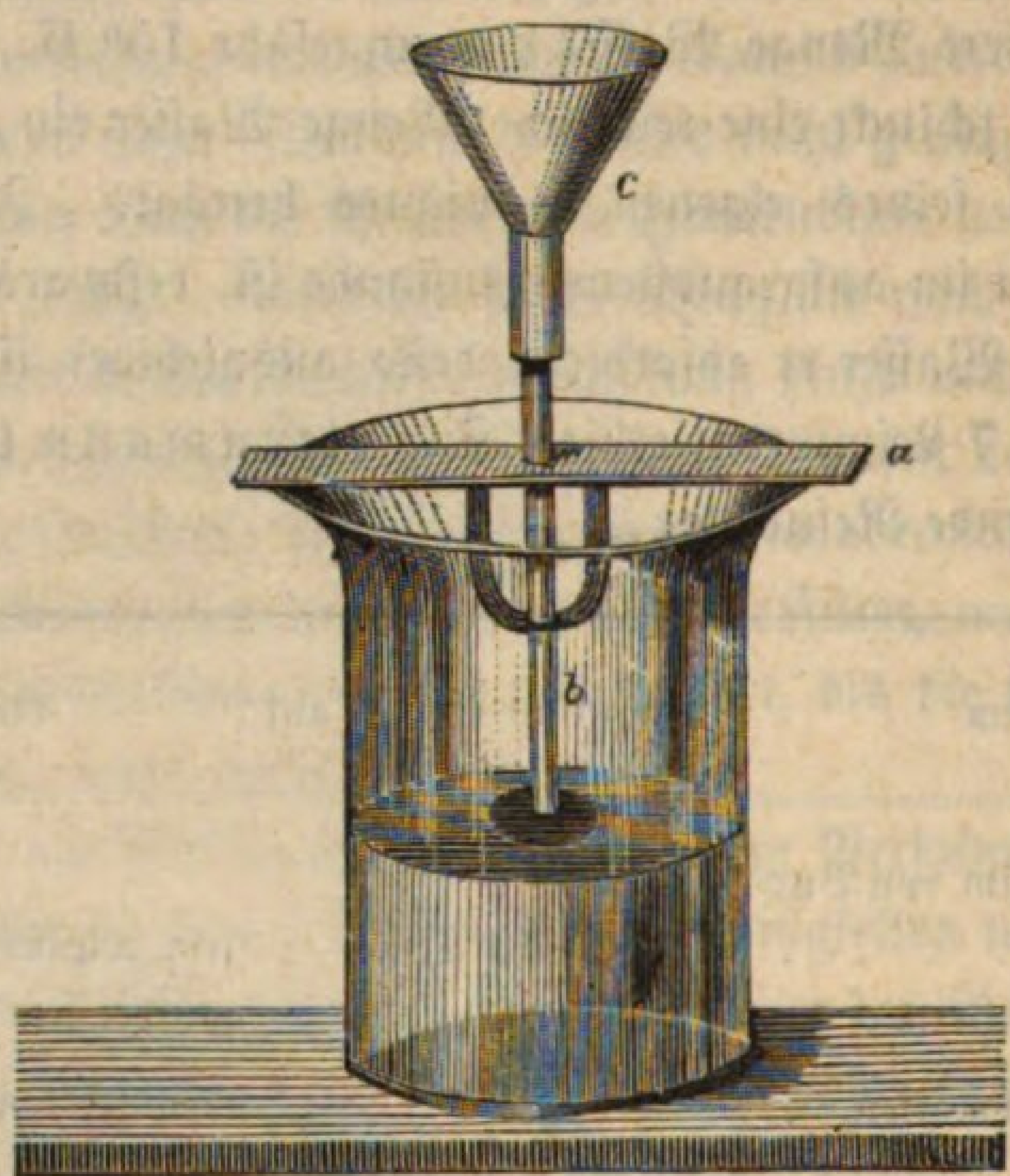
1 Theil Leim	nimmt an Wasser auf	die Gallerte ist
1) Weißer Knochenleim von Burweiler (Elsaß)	12—13 Thle.	sehr consistent
2) Hellgelber Knochenleim . .	9—10 ,,	minder fest
3) Wie 1) umgeschmolzen .	16 ,,	weniger consistent als vorher
4) Wie 2) umgeschmolzen .	12 ,,	weniger consistent als vorher
5) Gewöhnlicher Lederleim . .	5—6 ,,	weich
6) Kölner Leim	3,5 ,,	weich
7) ,, nach 6täg. Maceration	7,25 ,,	sehr consistent

Weidenbusch hat vor einigen Jahren (1859) das vorstehende Verfahren geprüft und gefunden, daß es eigentlich nur auf den Knochenleim anwendbar ist, dessen Gallerte auch selbst im Zustande höchster Sättigung mit Wasser eine Festigkeit bewahrt, die kein Lederleim zeigt, so daß man schon durch dieses Verhalten im Stande ist, die Abstammung des Leimes — ob aus Leimgut, ob aus Knochen — zu erkennen. Uebrigens hält die Aufsaugungsfähigkeit keineswegs mit der Flüssigkeit Schritt und geringere Leimsorten nehmen oft mehr Wasser auf als die besseren Sorten.

Ein eigenthümliches Verfahren der Leimprüfung hat A. Lipowitz (1861) vorgeschlagen. Er löst 5 Th. des zu prüfenden Leims nach dem Erweichen in kaltem Wasser, in so viel heißem Wasser auf, daß das Gewicht der Lösung 50 Th. beträgt und läßt diese Lösung bei 18° C. zwölf Stunden lang stehen, damit sie gelatinire. Die meisten Leimsorten gelatiniren bei diesem Gehalt ihrer Lösung, und wenn dies nicht geschieht, so kann auf ihren geringen Gehalt an Glutin und auf ihre geringe Bindekraft geschlossen werden. In einem

offenen Glase (Fig. 1) von stets gleicher Weite, setzt der Verf. auf den Rand desselben das aus Blech gefertigte Bänkchen a, durch dessen Mitte der Draht b führt, an dessen unterem Ende ein napfförmig gelegenes Blech mit

Fig. 1.



der converen Seite nach Außen gelöthet ist. Der Draht mit dem Blech wiegt 5 Grm. und bewegt sich willig in der Bank a. Ein aufzusetzender Trichter c wiegt ebenfalls 5 Grm.; in den Trichter kann man bis zu 50 Grm. feine Schrotkörner schütten. Je nach der größeren Fähigkeit des Leimes, consistentere Gallerte zu bilden, wird auch das Instrument um so mehr beschwert werden müssen, um in die Gallerte einzusinken, woraus sich die Bindekraft des Leimes beurtheilen läßt. In folgender Tabelle sind die Resultate der Untersuchungen ausgeführt, die sich auch auf die Ermittelung des Wassergehaltes der Leimsorten (durch Trocknen bei 110—120° C.) und auf die Bestimmung des Glutingehaltes durch Fällen mit Tannin erstrecken:

Nr.	Art und Beschaffenheit des Leims.	Wasserverlust während mehrstünd. Trocknens bei einer Temperatur von 115—120° C.	100 Th. Leim werd. gefällt durch Gerbs.	Procentgehalt a. Glutin	5 Theile Leim nehm. i. 24 St. an Wasser auf	10 Proc. Leim in Wasser gelöst bildeneine Gallerte, welche ein Gewicht trägt von:	Preis des Leims	Bemerkungen.
		Procente.	Theile		Gew.-Theile	Gramme		
1.	Beste weiße Blätter-Hausenblase — drei Sorten.	20—21	74,62	55,69			4—6 Thlr. pro Pfund	Sechs verschiedene Sorten zeigten übereinstimmend gleichen Gehalt an Wasser und an Glutin. Die Hausenblase nimmt nach dem Darren an der Luft wieder leicht ihren Wassergehalt auf, und ist zu den stärksten hygroskopischen Körpern zu zählen.
2.	Ein hellgelblich stark durchscheinender Knochenleim in dünnen Tafeln, im Wasser leicht löslich. Auflösung möglichst klar.	13,2	76,2	56,8	40	64		Dieser Knochenleim ist von dem Verfasser mit besonderer Sorgfalt durch Dampfkochung hergestellt, wobei jedes überflüssige Kochen vermieden wurde.
3.	Hellgelber Leim mit gleichen aber weniger hervorragenden Eigenschaften als Nr. 2.	13,0	70,0	52,2	35	60	22 Thlr. pro Ctr.	
4.	Ein braunröthlicher Leim, spröde im Bruch, trübe und röthlich, im Wasser löslich.	10	71,0	52,9	12	die Lösung wurde nur dickflüssig	18 Thlr.	Die röthliche Farbe dieses Leims rührte von chromsaurem Kali und einem Zusatz von Säure her.
5.	Ein klarer durchscheinender mittelbrauner Leim.	11,0	71,5	53,3	20	20	17½ Thlr.	
6.	Braungelber, sehr dicker und schwach durchscheinender Tafelleim.	12,5	68,0	50,7	27	15	16½ Thlr.	
7.	Hellbraungelber, stark durchscheinender Leim, leicht in Wasser löslich. Vor dem Bruch elastisch.	13,0	66,6	49,7	30	36	21 Thlr.	
8.	Hellbernsteingelber, wenig durchscheinender opalisirender Leim. Mit Rückstand löslich.	9,5	68,5	51,1	33	60	23 Thlr. pro Ctr.	Enthält schwefelsaures Bleioxyd.
9.	Durchscheinend brauner Leim. Die Lösung trübe und stark absetzend.	10,0	72,0	53,7	30	50	22 Thlr.	
10.	Ein heller bernsteingelber opalisirender Leim, schwach durchscheinend, leicht mit Hinterlassung eines Rückstandes löslich.	9,5	73,0	54,4	35	56	21½ Thlr.	Der Leim enthält Bleiweiß.
11.	Dunkelbrauner, wenig durchscheinender Leim in dicken Tafeln, Lösung sehr trübe.	13,5	64,0	47,7	18	23	19 Thlr.	
12.	Dunkler, hornart. aussehd., wenig durchsch. Leim.	9,0	72,6	54,2	29	12	19½ Thlr.	Enthielt Bleiweiß.
13.	Stark durchsch. hellbr. Leim, sehr reine Auflösung.	13,5	70,0	52,2	30	40	18 Thlr.	
14.	Durchschein. dunkelbraun. Leim, rein in der Lösung.	15	66,0	49,4	25	42	20 Thlr.	

§. 43.

Die Leimprobe von Weidenbusch (1859) ist im Princip eine Erweiterung der früher (1840) von Karmarsch (vergl. Bd. IV p. 66 u. 67) vorgeschlagenen Methode, nach welcher man einfach zwei Stücke Holz zusammenleimte und dann das Gewicht bestimmte, welches zum Zerreißen des Holzes erforderlich war. Die Uebelstände dieser Methode liegen klar zu Tage, da es wol nie gelingen wird, Hölzer von stets gleichbleibender Dichte, Oberfläche, Trockenheit u. dgl. zu finden, und diese selbst für möglich gehalten, so steht es fest, daß die Festigkeit eines guten Leimes größer als die des Holzes ist, so daß dann leicht Holz von Holz reißt und der Zerreißungswerth für Leim nicht ermittelt wird. Auch wenn Holz von Leim sich trennte, wäre ein Vergleich nicht möglich, sondern nur wo Leim von Leim sich trennt. Eine Substanz, welche der Leim aufnimmt, in ihrer Oberfläche, Dichte u. s. w. aber nicht veränderlich ist, sieht Weidenbusch in dem Gyps (Marienglas), welcher fein gepulvert, gesiebt und bei 120—150° C. entwässert wird. Aus diesem Gypspulver werden Stäbchen von mathematischer Genauigkeit gegossen (hinsichtlich des Näheren der für die Praxis viel zu umständlichen Methode sehe man die Abhandlung [1])), die zuerst bei gelinder Wärme, dann über Chlorcalcium getrocknet werden, bis sie an Gewicht nicht mehr abnehmen. Die Werthbestimmung des Leims beruht nun darauf, daß, wenn die Gypsstäbchen mit Lösungen verschiedener Leimsorten getränkt werden, verschiedene Belastungen nöthig sind, um sie zu zersprengen, und wenn der Werth, welchen der Gyps allein für sich in Anspruch nimmt, immer derselbe ist, so muß die Differenz stets den Leim treffen. Weidenbusch hat zu dem Ende einen Apparat zusammengesetzt, mit dessen Hülfe durch allmähliche Belastung das Gewicht ermittelt wird, das zum Zerreißen eines solchen Leimstäbchens erforderlich ist. Der Zerreißungswerth (mittelst Quecksilber bestimmt) für ein bei 100° getrocknetes Leimstäbchen beträgt als Mittelzahl 219 Grm. [2]) Behufs der Prüfung wird der bei 100° getrocknete Leim abgewogen, über Nacht zum Aufquellen in Wasser gelegt und dann in heißem Wasser gelöst, so daß die Lösung $^1/_{10}$ an Leim enthält. Die Lösung wurde mit etwas neutraler Indiglösung gefärbt, um den Ueberzug auf dem Gyps besser erkennbar zu machen und damit 1—2 Minuten lang die Gypsstäbchen in Berührung gebracht, die dann getrocknet werden, bis ihr Gewicht constant bleibt. Hierauf werden sie in dem Apparat durch Einströmenlassen von Quecksilber in denselben gesprengt.

---

[1]) Wagner's Jahresbericht pro 1859 p. 575.

[2]) Die erhaltenen Zahlen liegen zwischen 215 und 233; diese Resultate lassen daher an Uebereinstimmung viel zu wünschen übrig.

In nachstehender Tabelle hat Weidenbusch die Resultate der Untersuchung von 12 Leimsorten zusammengestellt, dabei auch den Handelswerth derselben, wie er im Preise seinen Ausdruck findet und der nach Schattenmann (siehe oben Seite 97) bestimmten Auffaugungswerthe angegeben. In den drei letzten Columnen sind dann die aus den drei Werthfactoren berechneten Aequivalente aufgenommen, worunter nach dem chemischen Sprachgebrauch diejenigen Gewichtsmengen von Leim zu verstehen sind, welche mit Rücksicht auf Preis, Festigkeit und Wasserauffaugungsfähigkeit gleichwerthig sind.

I.	Lyoner Ia in großen dicken Tafeln	42 fl.
II.	Sogenanntes russisches oder deutsches Fabrikat	45 ,,
III.	Kölner aus Köln	45 ,,
IV.	Façon Kölner aus Aschaffenburg	43 ,,
V.	Façon Kölner aus Göppingen	36 ,,
VI.	Façon Kölner aus Offenbach	42 ,,
VII.	Straßburger in dünnen Blättern	30 ,,
VIII.	Lyoner IIa, fast schwarz, in kaltem Wasser zerfließlich	30 ,,
IX.	Reutlinger in großen dünnen Blättern	34 ,,
X.	Gelatine Ia aus Paris	192 ,,
XI.	,, Ia aus Buchsweiler	160 ,,
XII.	,, IIa ,, ,,	144 ,,

1. Nummer des Leims	2. Preis pr. 100 Pfd. in Gulden	3. Verbrauch an Quecksilber in Cubikcent.	4. 100 Theile Leim saugen Wasser auf	5. Preis-equivalent	6. Festigkeits-equivalent	7. Auf-saugungs-equivalent
I.	42	45	497	107	126	158
II.	45	58	635	100	104	125
III.	45	61	653	100	100	121
IV.	43	52	621	105	113	128
V.	36	47	788	125	122	100
VI.	42	48	670	107	120	117
VII.	30	46	590	151	125	135
VIII.	30	43	—	151	130	—
IX.	34	35	550	133	150	144
X.	192	56	580	—	107	137
XI.	140	58	508	—	104	156
XII.	144	51	541	—	100	147

Um das absolute Gewicht der Last zu finden, welche zum Zerreißen der einzelnen Leimgypsstäbchen nöthig ist, hat man nur die in Spalte 3 angegebenen Quecksilbervolumina mit dem spec. Gewicht dieses Metalls (13,5) zu multipliciren und die früher schon angegebene Constante 219, welche das Gewicht des Bechers sammt dem zum Zerreißen des reinen Gypsstäbchens

nöthigen Quecksilber repräsentirt, hinzu zu addiren. Man findet dann, daß zum Zerreißen der besten Leimsorte in der hier angegebenen Form ein Gewicht von 2 Pfd. nöthig ist. Wie aus der Tabelle ersichtlich, hat der Verf. die Gelatinen ebenfalls in das Bereich dieser Bestimmung gezogen, obwol diese nicht zum Leimen allein, sondern zum Klären von Gelées u. dergl. verwendet werden. Den Angaben von Schattenmann entgegen, daß die Knochenleime die größte Wassermenge absorbiren, fand Weidenbusch niedrigere Aufsaugungswerthe als bei den Hautleimen. In der Festigkeit kommen die Knochenleime den besten Lederleimen gleich. Zwischen der Festigkeit und dem specifischen Gewichte des Leimes im festen oder gelösten Zustande suchte Weidenbusch vergeblich nach Beziehungen.

§. 44.

Der Fischleim.

Die innere pulpose und vasculäre Haut der Schwimmblase der Fische aus der Ordnung der Knorpelganoiden (*Chondrostei*), zu denen die Hausen oder Beluga (Accipenser huso), der gemeine Stör (A. sturio), der Wardick (A. Güldenstaedti), der Scherg oder Sewruga (A. stellatus) und der Sterlet (A. stellatus) gehören, kommt im getrockneten Zustande unter dem Namen Hausenblase (ichtyocolle, *isinglass*) in dem Handel vor. Die aus den Stören, so wie verwandten Arten, die namentlich im caspischen Meere und den in dasselbe mündenden Flüssen, an den Ufern des schwarzen Meeres und in sibirischen Flüssen vorkommen, gewonnenen Schwimmblasen werden aufgeschnitten, sorgfältig gewaschen, auf Brettern ausgespannt und festgenagelt der Sonne ausgesetzt, bei einem gewissen Grade des Trocknens die äußere Muskelhaut, welche beim Kochen mit Wasser keinen Leim bildet, abgezogen, die innere Haut auf verschiedene Weise geformt (Kränze, Lyraform, Blätter), behufs der Bleichung den Dämpfen von brennendem Schwefel ausgesetzt und darauf völlig in der Sonne ausgetrocknet. Je nach ihrer Form unterscheidet man im Handel 1) Ringelhausenblase, aus 12—20 Centimeter langen Membranstücken bestehend, zu 9—18 Centimeter langen, rundlichen Stangen übereinander gerollt, welche lyraförmig gebogen wurde; 2) Bücherhausenblase, platte, viereckige, 6—12 Centimeter breite, in der Mitte mit einem Loch versehene Stücke, durch Zusammenfalten größerer Membranstücke (serviettenähnlich) entstanden; 3) Blätterhausenblase, unregelmäßige, am Rande geschlitzte und zerrissene, blattförmige Membranstücke; 4) Zungenhausenblase, unregelmäßige, 15—30 Centimeter lange, in der Mitte 5—10 Centimeter breite, ovallängliche Membran-

stücke; 5) Bandhausenblase, oft 2—2,5 Meter in der Länge messende, unregelmäßige, am Rande zerschlitzte Membranstücke von ungleicher Breite; 6) Fadenhausenblase, 6—12 Centimeter lange, dünne, fadenförmige Stücke, durch Zerschneiden größerer Membranstücke erhalten.

Nach den verschiedenen Ländern, in denen die Hausenblase gewonnen wird, unterscheidet man russische (die beste Sorte ist die von Astrachan), nordamerikanische (von Gadus merlucius), ostindische (von Polynemus plebejus, theils in Blättern, theils in Beuteln als ganze Schwimmblase vorkommend), von der Hudsonsbay (von Störarten herrührend; Zungenhausenblase), brasilianische (wird, wie es scheint, von Silurus- und Pimeladus-Arten gewonnen und kommt in Pfeifen, Klumpen und Scheiben vor), deutsche Hausenblase (wird in Hamburg aus der Schwimmblase des gemeinen Störes gewonnen). In den Donaufürstenthümern kocht man die Haut, die Blasen, die Gedärme und Magen von Knorpelfischen zu einer steifen Gallerte, schneidet sie in dünne Blätter, welche man trocknet und zusammenrollt, wie die Hausenblase, und als solche in den Handel bringt. Nach einem von Jennings im Jahre 1859 ertheilten Patente stellt man Leim aus Fischen auf folgende Weise dar: Man übergießt die Fische mit verdünnter Schwefelsäure und läßt sie darin so lange liegen, bis die Haut sich vom Fleische ablöst, was bei kleinen Fischen schon nach einigen Stunden der Fall ist. Nachdem das saure Wasser abgegossen ist, übergießt man die Fischmasse mit Kalkmilch, um die Schwefelsäure zu neutralisiren und die Fetttheile zu entfernen, und fährt mit dieser Behandlung fort, bis alles Oel beseitigt ist. Nachdem die Fischmasse sodann mit verdünnter Salzsäure behandelt und darauf mit Wasser gewaschen ist, kocht man sie mit Wasser, so daß Leim gebildet wird. Die entstandene Leimlösung wird mit schwefliger Säure und Alaun geklärt und nach dem Decantiren mit etwas Natronbicarbonat versetzt, so daß alle Säure neutralisirt wird. Zuletzt wird die Lösung so weit concentrirt, daß sie beim Erkalten gelatinirt und in Tafeln geschnitten werden kann, die man auf gewöhnliche Weise trocknet.

Bei ihrer Anwendung hat man zu unterscheiden zwischen Fischleim und Hausenblase. Ersterer unterscheidet sich, wenn sorgfältig bereitet, in keiner Weise von dem aus Knochen oder Haut dargestellten Leim, die Hausenblase aber, die kein Leim ist, sondern erst durch Kochen in Leim übergeht, besteht aus Fäden, die, wenn man sie in Wasser löst, wol anschwellen, aber nur zum Theil lösen; die aufgequollenen Fäden haben ihre Structur beibehalten, was für die Anwendung der Hausenblase zum Klären von Wein, Bier u. dgl. von Wichtigkeit ist, insofern die Fasertheile gewissermaßen ein zusammenhängendes Netz bilden, in welches sich die niedergeschlagenen und trübenden Theile festsetzen. Es hat sich gezeigt, daß (vgl. Bd. III p. 384)

zum Klären mit Hausenblase die Gegenwart der Gerbsäure vortheilhaft ist, da dieselbe ein Zusammenziehen der Hausenblasefäserchen bewirkt, wodurch jede in der zu klärenden Flüssigkeit suspendirte Substanz eingehüllt wird und nur der klaren Flüssigkeit abzulaufen gestattet ist. Die Klärung mit Hausenblase ist demnach eine Art von Filtration, woraus folgt, daß die Hausenblase zu diesem Zweck weder durch Leim noch durch eine heißbereitete Hausenblaselösung ersetzt werden kann. Mit Ausnahme der Anwendung der Hausenblase zum Klären läßt sich dieselbe in allen übrigen Fällen, so in der Appretur der Seidenzeuge (wozu man sich gegenwärtig des Tragants bedient; vergl. Bd. IV p. 300), zur Darstellung der Gelée in der Kochkunst, bei der Bereitung des englischen Pflasters, von Kitt u. dgl. durch die besseren Knochenleim- oder Gelatinesorten ersetzen.

Seit einigen Jahren bringt der Franzose Rohart unter dem Namen Ichtyocolle française ein Surrogat für Hausenblase in den Handel, welches aus Blutfibrin und Tannin erhalten wird.[1])

§. 45.

Mercantilisches über Leim.

In Deutschland sind die Fabrikate der rheinischen und mainländischen Leimfabriken (Köln, Aschaffenburg) unter dem Namen Kölner Leim als vorzüglich bekannt. Ihnen nahe steht der sogenannte russische Leim und die in Schwaben (Nördlingen, Reutlingen) dargestellten Sorten. Die in Frankreich vorkommenden Leimsorten sind folgende: 1) der Leim aus Flandern, dessen Fabrikation seit langer Zeit ihren Sitz in Rouen hat; die besten Sorten davon führen den Namen Grenétine, nach dem Fabrikanten Grenét, welcher zuerst den Leim von solcher Reinheit darzustellen verstand, daß er in vielen Fällen mit Glück an die Stelle der Hausenblase trat. Die Grenétine wird aus den Häuten junger Thiere und aus getrocknetem Kalbsknorpel gewonnen und kommt im Handel in dünnen, farblosen, durchsichtigen und biegsamen Blättern vor, welche Abdrücke der Netze an sich tragen, auf welchen der Leim getrocknet wurde; 2) der Herzogsleim (colle de duché) ist nur wenig gefärbt, sehr fest und von sehnigem Bruch; er zeichnet sich durch große Bindekraft aus; 3) Knochenleim, welcher von der Société des mines de Bouxwiller, Bas-Rhin, in bedeutender Menge und großer Güte dargestellt wird; 4) der Leim von Givet, von röthlicher Farbe, findet seines billigen Preises wegen ausgedehnte Anwendung; 5) Hutmacherleim (colle des

[1]) Vergl. meinen Jahresbericht 1859 p. 582.

chapeliers) ist die geringste Leimsorte, ist dunkelbraun, undurchsichtig und fast stets weich und feucht; seine Lösung besitzt einen widrigen Geruch; er findet nur in den Hutfabriken Verwendung, da er in Folge seiner hygroskopischen Eigenschaften dem Filz die erforderliche Weichheit verleiht; 6) der Mundleim (colle à bouche, *lip glue*) wird aus dem besten flandrischen Leim und etwas mit Citronenöl aromatisirtem Zucker erhalten und kommt in kleinen viereckigen Tafeln im Handel vor.

Der Vogelleim, welcher, auf Leimruthen gestrichen, zum Fangen kleiner Vögel und Fliegen dient, wurde früher dargestellt durch Auskochen der Eichenmistel (Viscum quernum) oder der Stechpalmrinde (Ilex aquifolium) und Versetzen der bis zu einem zähen Leim eingekochten Flüssigkeit mit etwas Schusterpech; jetzt bereitet man ihn durch Einkochen von Leinöl oder durch Vermischen einer möglichst concentrirten Leimlösung mit Chlorzink.

Die Gelatinfolien (Glaspapier, papier-glace, papier-gélatine) werden aus farbloser und concentrirter Leimlösung erhalten, zu welcher man, um den Folien Geschmeidigkeit zu geben, kleine Mengen von Kandiszucker und Weingeist setzt. Die Lösung wird auf polirte Spiegelplatten gegossen, die, damit die Gelatine nicht anklebe, mit Ochsengalle bestrichen sind. Nach dem Trocknen erscheinen die vom Glas abgelösten Blätter elastisch und durchsichtig wie Glas. Häufig wird die Masse gefärbt. Die Anwendung der Gelatinefolien zur Herstellung künstlicher Blumen, Oblaten, Adreß- und Visitenkarten, Heiligenbildern, zum Ueberziehen von Kupferstichen, zur Nachahmung von Glasmalereien, zu Lichtschirmen u. dgl. ist hinlänglich bekannt.

§. 46.

Leimsurrogate und neue Fabrikate aus Leim.

In der jüngsten Zeit sind drei neue Leimsurrogate aufgetaucht, nämlich 1) der Kleberleim (colle gluten), 2) der Eiweißleim (colle vegétale ou albuminoïde), 3) der Caseïnleim (colle caséine). Ersterer, von Messager und Perdrir dargestellt, ist ein Gemisch von Kleber und gegohrenem Mehl und zeichnet sich durch eine sehr saure Beschaffenheit, jedoch durch geringes Klebevermögen aus. Der Eiweißleim, von Hannon eingeführt, ist ein durch angehende Fäulniß veränderter Kleber. Zu seiner Darstellung wendet man den auf gewöhnliche Weise erhaltenen Kleber an, wäscht ihn mehrere Male mit Wasser, welches so warm ist, daß die Hand es noch ertragen kann, und setzt ihn einer constanten Temperatur von 15—25° C., der natürlichen Temperatur der Gährungen, aus. Unter diesen Umständen geräth der Kleber in Gährung, welche sich dadurch zu erkennen giebt, daß er

bis zu einem gewissen Grade flüssig wird. Wenn dies soweit eingetreten ist, daß man leicht den Finger hindurch führen und ihn damit zertheilen kann, ist die Umwandlung beendet. Man gießt den flüssig gewordenen Kleber dann in Formen, welche den Leimformen ähnlich sind, und bringt diese Formen in einen auf 25—30° erwärmten Raum; nach 24—48 Stunden sind die oberen Schichten hart geworden; man nimmt dann die Täfelchen heraus, breitet sie, die hart gewordene Seite nach unten, auf Leinwand oder Drahtgewebe aus; bringt sie mit demselben wieder in den Trockenraum und läßt sie vollständig austrocknen, was in 4—5 Tagen stattfindet. Der so dargestellte Eiweißleim kann nun beliebig aufbewahrt oder versendet werden. Er ist etwas hygroskopisch, aber das Wasser, welches er absorbirt, verändert ihn nicht und benimmt ihm keine seiner Eigenschaften; man muß nur darauf Rücksicht nehmen, wenn man ihn behufs der Verwendung auflösen will. Bringt man ihn in Stücke zerbrochen mit dem doppelten Gewichte kalten Wassers zusammen und läßt ihn damit in Berührung, so löst er sich langsam und zwar in 12 bis 48 Stunden auf; die Auflösung erfolgt aber schneller und fast augenblicklich, wenn man ihn vorher zerreibt. Die Auflösung in dem doppelten Gewicht Wasser ist die normale Flüssigkeit; man verdünnt sie mehr oder weniger, je nach der Anwendung, welche man davon machen will. Man kann den Eiweißleim zu folgenden Zwecken benutzen: 1) Zum Leimen des Holzes statt des gewöhnlichen Leims. 2) Zum Kitten von Steingut, Porzellan, Glas, Perlmutter ꝛc. 3) Zum Zusammenkleben von Leder, Papier, Pappe ꝛc. 4) Als Schlichte in der Weberei. 5) Zum Klären von Flüssigkeiten. 6) Zur Appretur und zum Waschen von Faserstoffen, wie Seide ꝛc. 7) Zum Fixiren der Farben oder als Mordant in der Färberei und Druckerei statt des Eiweißes.

Der Caseïnleim wird durch Auflösen von Caseïn (das vollkommen fettfrei sein muß) in kalt gesättigter Boraxlösung dargestellt. Man erhält so eine dickliche Flüssigkeit, die sich durch großes Klebvermögen auszeichnet, und in vielen Fällen, namentlich in der Kunstschreinerei und bei Portfeuillearbeiten die Stelle des Leimes vertreten kann.

Unter dem Namen elastischer Leim ist vor einigen Jahren von Lallement (in Paris) eine eigenthümliche Leimsorte eingeführt worden. Durch Glycerin kann der Leim bleibend weich, elastisch und haltbar gemacht werden. Die Mischung wird folgendermaßen dargestellt: man läßt Leim im Wasser zergehen, welches in einem Wasserbade erhitzt wird, und zwar erwärmt man so lange, bis er ganz dick wird, worauf man das Glycerin zusetzt, beiläufig das gleiche Gewicht von dem angewandten Leim; man rührt das Gemisch gut um und fährt fort zu erhitzen, um das übrig gebliebene Wasser zu verdampfen, dann gießt man die Masse in Formen oder auf eine Marmor-

tafel und läßt sie vollkommen erkalten. Diese Substanz läßt sich zur Anfertigung von Schwärzwalzen für Buchdrucker, von Stempeln, elastischen Figuren zum Abformen von Gegenständen für die Galvanoplastik u. s. w. verwenden.

Das sogenannte künstliche Elfenbein, das für photographische Bilder häufig Anwendung findet, ist auch ein Leimpräparat und wird nach Mayall auf folgende Weise erhalten: Man nimmt Gelatine- oder Leimfolien im gewöhnlichen Zustande und taucht sie in ein Bad aus schwefelsaurer oder essigsaurer Thonerde, wobei der Leim sich mit Thonerde verbindet. Man läßt die Folien die hinreichende Zeit in dem Bade liegen, damit sie die angemessene Dicke und Dichtigkeit annehmen und die Thonerde sie ganz durchdringe. Dann nimmt man sie heraus und läßt sie trocken und hart werden, worauf man sie nach den beim Poliren des Elfenbeins angewendeten Verfahrungsarten weiter zurichtet und polirt. Man kann auch die Thonerde direct mit dem Leim vermischen, dies Verfahren giebt aber nicht so gute Resultate. Mayall schlägt ferner vor, eine Mischung aus gleichen Theilen Knochen- oder Elfenbeinpulver (Knochenerde?) und Eiweiß oder Leim zur Anfertigung künstlichen Elfenbeins zu benutzen. Man macht aus dieser Mischung einen Teig, dem man dann durch Auswalzen oder Pressen die Form von Blättern giebt. Die Blätter läßt man an der Luft hart werden, worauf man sie in Stücke von passender Größe zerschneidet. Diesem Verfahren, welches schon befriedigende Resultate giebt, zieht Mayall doch dasjenige vor, nach welchem man 2 Th. schwefelsauren Baryt als feines Pulver mit 1 Th. Eiweiß innig vermischt und diese Mischung zu Blättern auswalzt.

Die Phosphorfabrikation.[1]

§. 47.

Geschichtliches und Allgemeines.

Der Phosphor (phosphore, *phosphorus*), seit der Einführung der phosphorhaltigen Zündrequisiten ein höchst wichtiger und unentbehrlicher Körper geworden, kommt in verschiedenen Mineralien, doch nur in dem Apatit und Phosphorit, so wie ferner in den Knochen in solcher Menge vor, daß die Darstellung des Phosphors daraus möglich erscheint.

Was die Geschichte der Entdeckung des Phosphors betrifft, so herrscht über den eigentlichen Entdecker einige Ungewißheit, da mehrere Chemiker die Entdeckung für sich in Anspruch nehmen.[2] Die ausführlichsten Notizen

---

[1]) Literatur: Dumas, Handbuch der angewandten Chemie, Nürnberg 1830; Bd. I p. 525—341; Payen, Précis de chimie industrielle, Paris 1859, Tome II p. 537—552; J. Girardin, Leçons de chimie appliquée aux arts industriels, Paris 1860, Tome II p. 746—751; Leykauf, Journ. f. pract. Chem. XXI p. 317; Wöhler, Poggend. Annal. XVII p. 178; Seubert (Apparat zum Formen des Phosphors), Annal. der Chem. und Pharm. XLIX p. 346; Dingl. Journ. XCIII p. 22; Coignet, Brevets d'invention LIII p. 450; Donovan, Journ. f. pract. Chem. LIV p. 103; Dingl. Journ. CXXIII p. 36; Albright (Darstellung von amorphem Phosphor), Dingl. Journ. CXXIV p. 271; Polyt. Centralblatt 1852 p. 839; Cari Montrand, Wagner's Jahresbericht 1855 p. 66; 1861 p. 206; Gentele, Dingl. Journ. CXLIV p. 190; Wagner's Jahresbericht 1857 p. 111; H. Fleck, Verbessertes Verfahren der Phosphorfabrikation, Leipzig 1855 (im Auszuge Wagner's Jahresbericht 1855 p. 66); P. Bolley, Handbuch der chemischen Technologie, Braunschweig 1862 (Bd. II Gruppe 2. die Phosphorfabrikation von H. Fleck p. 66—115).

[2]) Wie Girardin in seinen Leçons de chimie élémentaire angiebt, spricht Alchild Bechil, ein arabischer Alchemist aus dem 12. Jahrhundert, in einem auf der kaiserlichen Bibliothek in Paris aufbewahrten Manuscipte von einem künstlichen Karfunkel, welchen er durch Destillation von Harn mit Kohle, Kalk und Thon erhalten habe. Möglich, daß dieser Karfunkel Phosphor war.

treffen wir in Johann Kunkel's (geb. 1630, gest. 1702) Collegium physico-chymicum experimentale (nach seinem Tode 1716 veröffentlicht); diesem Chemiker gelang es, den sogenannten Balduin's Phosphor — wasserfreies Kalknitrat — nachzumachen. Kurze Zeit darauf habe er eine Reise von Wittenberg nach Hamburg machen müssen und ein Stück von jenem Präparate mitgenommen; in Hamburg habe er erfahren, daß ein gewisser Brand, ein früherer Kaufmann, vor kurzem eine Substanz entdeckt habe, welche im Dunkeln ununterbrochen leuchtete. Er habe darauf Brand aufgesucht, auch den neuen Phosphor gesehen, aber die Zubereitungsweise desselben nicht erfahren können. Später verkaufte Brand sein Geheimniß an Krafft in Dresden für die Summe von 200 Thalern, unter der Bedingung, es nicht an Kunkel mitzutheilen. Kunkel sei nach Wittenberg zurückgekehrt und habe sich mit Eifer auf die Bereitung des Phosphors geworfen, die ihm auch geglückt, da ihm der Umstand nicht unbekannt geblieben, daß Brand zur Phosphorbereitung Harn anwende. Von nun an datiren die ersten Nachrichten über den Phosphor. Ein Freund Kunkel's, der Professor G. K. Kirchmaier (der Oheim Böttcher's, des Porcellanerfinders) beschrieb den neuen Körper in einer 1626 publicirten Abhandlung: Noctiluca constans et per vices fulgurans, diutissime quaesita, nunc reperta, und Kunkel selbst veröffentlichte im Jahre 1678 eine „öffentliche Zuschrift von dem Phosphoro mirabili und dessen leuchtenden Wunder-Pilulen rc., Leipzig." — Nach der Angabe von Leibnitz (in einem Aufsatze über die Geschichte der Phosphorentdeckung in der „Miscellanea Berolinensia" aus dem Jahre 1710) habe Brand den Phosphor entdeckt, als er nach den Anweisungen Anderer aus Harn eine Tinctur habe darstellen wollen, die Silber zu Gold „zeitige"; die Bereitung des Präparates habe Brand an Kunkel mitgetheilt; letzterem sei aber das Verfahren nach seiner Rückkehr nach Wittenberg nicht sogleich geglückt und als es ihm endlich gelungen, habe er sich für den Phosphorentdecker ausgegeben.

Der Phosphor galt für eine der kostbarsten und merkwürdigsten Substanzen, so z. B. zeigte Krafft den Phosphor 1676 dem Kurfürsten von Brandenburg zu Berlin und im Jahre 1677 Karl II. von England zu London. Bei dieser Gelegenheit lernte Boyle den Phosphor kennen, ohne über dessen Darstellungsweise etwas anderes zu erfahren, als daß er aus Absonderungen des menschlichen Körpers dargestellt werde. Boyle versichert — und bei dem reinen wissenschaftlichen Streben, welches alle Arbeiten dieses großen Forschers charakterisirt, dürfen wir der Versicherung Glauben schenken — daß er hierauf selbständig die Bereitung des Phosphors aus Harn gefunden habe. Er schilderte die Eigenschaften der neuen Substanz in der Schrift:

The Aërial Noctiluca 2c. 1680. Die von ihm und Kunkel befolgte Bereitungsweise bestand in der Destillation von zur Trockniß verdampftem und mit Sand gemengtem Harn. Nach einem ähnlichen Verfahren arbeitete der Deutsche Hankwitz in London, welcher nach der Angabe von Juncker (1730) die Unze Phosphor in England mit 10½, in Holland mit 16 Dukaten verkaufte. Einen ergiebigeren Weg, als den oben genannten, lehrte zuerst Marggraf 1743, welcher den Zusatz von Chlorblei und Kohle zu dem abgedampften Harne empfahl.

Die weiteren Verbesserungen in der Bereitung des Phosphors, welche als die Vorläufer der fabrikmäßigen Darstellung dieses Körpers zu betrachten sind, knüpfen sich an die Entdeckung der Phosphorsäure in den Knochen durch den schwedischen Chemiker Gahn (1769) (nach Anderen durch Scheele im Jahre 1771), nachdem bereits Robert Boyle nachgewiesen hatte, daß durch Verbrennen des Phosphors eine Säure sich bilde, die Marggraf als eine eigenthümliche hingestellt und zugleich durch das Experiment bewiesen hatte, daß sie mit einem brennbaren Stoffe geglüht, Phosphor entwickele. Auf die Entdeckung von Gahn hin gründete Scheele seine Methode der Phosphorgewinnung, die der heute noch üblichen zu Grunde liegt. Man hat deshalb wohl alle Ursache, Scheele für den Urheber der Phosphorfabrikation zu halten. Nach seinem Verfahren werden calcinirte Knochen in Salpetersäure gelöst, aus der Lösung wird durch Schwefelsäure der Kalk entfernt, die vom Gyps getrennte Flüssigkeit wird verdunstet, der Rückstand mit Kohlenpulver gemengt und das Gemenge in einer steinernen Retorte der Destillation unterworfen. Nicolas und Pelletier änderten die Vorschrift in der vortheilhaften Weise ab, daß sie die gebrannten Knochen mit Schwefelsäure behandelten. Wöhler empfahl später ein anderes Verfahren, nämlich Knochenkohlenpulver mit Quarzsand und Kohlenpulver zu mischen und die Mischung in irdenen Cylindern einer hohen Temperatur auszusetzen. Dieses Verfahren würde, wie H. Fleck bemerkt, die übrigen Methoden verdrängt haben, wenn nicht der Aufwand an Brennstoff und Thoncylindern ein zu hoher und die Ausbeute von Phosphor eine mit der Theorie nicht im Einklang stehende wäre; die Ausführung der an sich richtigen Idee scheitert an dem hohen Schmelzpunkte der Silicate und läßt eine vollständige Zersetzung des phosphorsauren Kalkes durch Kieselerde und Kohle, selbst wenn flußbefördernde Substanzen hinzugesetzt werden, immer noch in Frage gestellt.

Von den in neuerer Zeit vorgeschlagenen Methoden der Phosphorfabrikation aus phosphorsaurem Bleioxyd (Donovan), phosphorsaurem Kalk und Salzsäure in zweierlei Modificationen (eines Theiles nach H. Fleck,

anderen Theiles nach Carin-Montrand) u. s. w. wird weiter unten die Rede sein.

Der bekannte nette Löthrohrversuch, nach welchem eine auf der Kohle geschmolzene, stark erhitzte Phosphorsalzperle durch Zusatz von metallischem Zink ihren Phosphor verliert, ließe sich vielleicht auf die Praxis übertragen.

§. 48.

Die Darstellung des Phosphors.

Wenn man von einigen fruchtlos gebliebenen Versuchen absieht, den Apatit, gewisse Varietäten des Phosphorits [1]), die in ihrer reinsten Form bis zu 18,6 Proc. Phosphor enthalten, und den Sombrerit [2]) zur Phosphorfabrikation zu verwenden, so bilden die Knochen gegenwärtig das alleinige Material, aus denen der Fabrikant mit Vortheil den Phosphor gewinnt.

Die Knochen enthalten in dem Zustande, wie sie der Fabrikant verwendet

im trocknen, aber ungebrannten Zustande	11	bis	12	Proc.	Phosphor,
als Knochenkohle	16	„	18	„	„
als weißgebrannte Knochen	20	„	25,5	„	„

Nach dem gegenwärtig üblichen Verfahren werden die Knochen in weißgebranntem Zustande mit Schwefelsäure zersetzt:

a) Knochenasche		Sauren phosphorsauren Kalk
$PO_5, 3CaO = 155$		$CaO, PO_5, 2HO = 117$
Schwefelsäure	geben	Gyps $2CaO, SO_3 = 136$
$2SO_3, HO = 106$ [3])		Wasser $= 8$
261		261

und der saure phosphorsaure Kalk mit Kohle gemengt in geeigneten Gefäßen erwärmt, wobei $^2/_3$ des in dem Kalkphosphate enthaltenen Phosphor (im günstigsten Falle) erhalten werden, $^1/_3$ in dem Rückstande verbleibt:

---

[1]) So z. B. das Amberger Phosphorit; vrgl. meinen Jahresbericht 1860 p. 192.

[2]) Der Sombrerit, ein Mineral, das sich in Menge auf den Antillen, namentlich auf der Insel Sombrero findet, besteht wesentlich aus phosphorsaurer Thonerde und phosphorsaurem Kalk und hat die Formel $8(3CaO, PO_5) + 2Al_2O_3, 3PO_5 + 20HO$. Er wird gegenwärtig behufs der Darstellung des Phosphors nach England gebracht.

[3]) Das technische Aequivalent der englischen Schwefelsäure = 53.

b) Saurer phosphorsaurer Kalk		geben	Phosphor	$2P = 62$
$3(CaO, PO_5, HO) = 351$			Kalkphosphat, basisches	$PO_5, 3CaO = 155$
Kohle	$10C = 60$		Kohlenoxyd	$10CO = 140$
	411		Wasser	$6HO = 54$
				411

Dort, wo die Phosphorfabrikation als selbständiger Industriezweig auftritt, giebt man fast überall die leimgebende Substanz der Knochen (fast $^1/_3$ des Knochengewichts betragend) verloren; wird dagegen die Gewinnung des Phosphors neben der Fabrikation von Knochenleim, Salmiak und Blutlaugensalz betrieben, so werden die (nicht gebrannten) Knochen nach ihrer Entfettung mittels Salzsäure ausgezogen, die zurückbleibende organische Knochensubstanz wird zur Fabrikation von Knochenleim (vergl. Seite 89) verwendet, dagegen der in der Salzsäure gelöste phosphorsaure Kalk mit kohlensaurem Ammoniak gefällt und zur Phosphordarstellung verwendet. Die über dem Niederschlage stehende Flüssigkeit wird auf Salmiak verarbeitet. Steht nicht die zur Fällung von allem phosphorsaurem Kalk erforderliche Lösung von phosphorsaurem Kalk zur Verfügung, so läßt sich die Fällung mit Kalkmilch vollenden. Der Vorschlag, die salzsaure Lösung des phosphorsauren Kalkes mit Kalkmilch zu fällen und dann die erhaltene Chlorcalciumlösung durch kohlensauren Ammoniak in Salmiak umzuwandeln, ist gleichfalls beachtenswerth, doch wird er selten ausgeführt; mit ihm ist der Uebelstand verknüpft, daß mit dem phosphorsauren Kalk viel ätzender und kohlensaurer Kalk mit niederfällt, durch deren spätere Neutralisation der Verbrauch an Schwefelsäure außerordentlich gesteigert wird.

Das gewöhnliche Verfahren der Phosphorfabrikation, nach welchem weißgebrannte Knochen verarbeitet werden, zerfällt in folgende vier Operationen:

I. in das Brennen der Knochen und Zerkleinern der Knochenerde,

II. in das Zersetzen der Knochenerde durch Schwefelsäure und Eindampfen des sauren phosphorsauren Kalkes mit Kohle,

III. in das Destilliren des Phosphors,

IV. in die Raffination und Aufbewahrung des Phosphors.

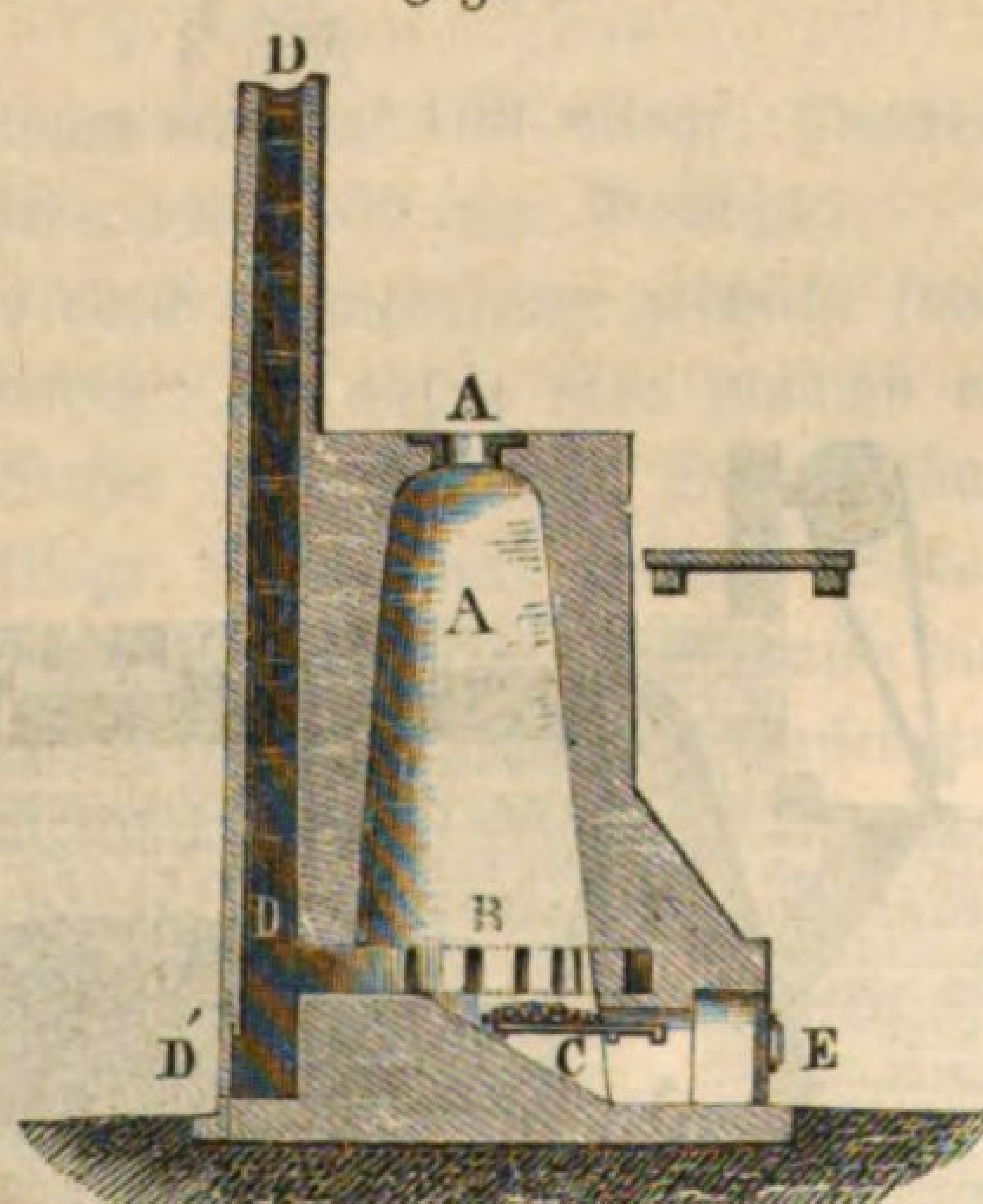
§. 49.

I. Das Weißbrennen der Knochen und Zerkleinern der Knochenerde.

Die auf Phosphor zu verarbeitenden Knochen werden zum großen Theile von den in der Nähe der Fabrik liegenden Wasenmeistereien geliefert. Zuweilen verwendet man auch erschöpfte Knochenkohle der Zuckerraffinerien, obgleich dieses Material in neuerer Zeit, nachdem es gelungen, die Knochenkohle wieder zu beleben und für die Zwecke der Zuckerfabrikation tauglich zu machen, dem Phosphorfabrikanten kaum noch zur Verfügung steht, das außerdem auch den Uebelstand hat, daß es, seiner feinen Zertheilung wegen, nur mit großen Schwierigkeiten weiß gebrannt werden kann.

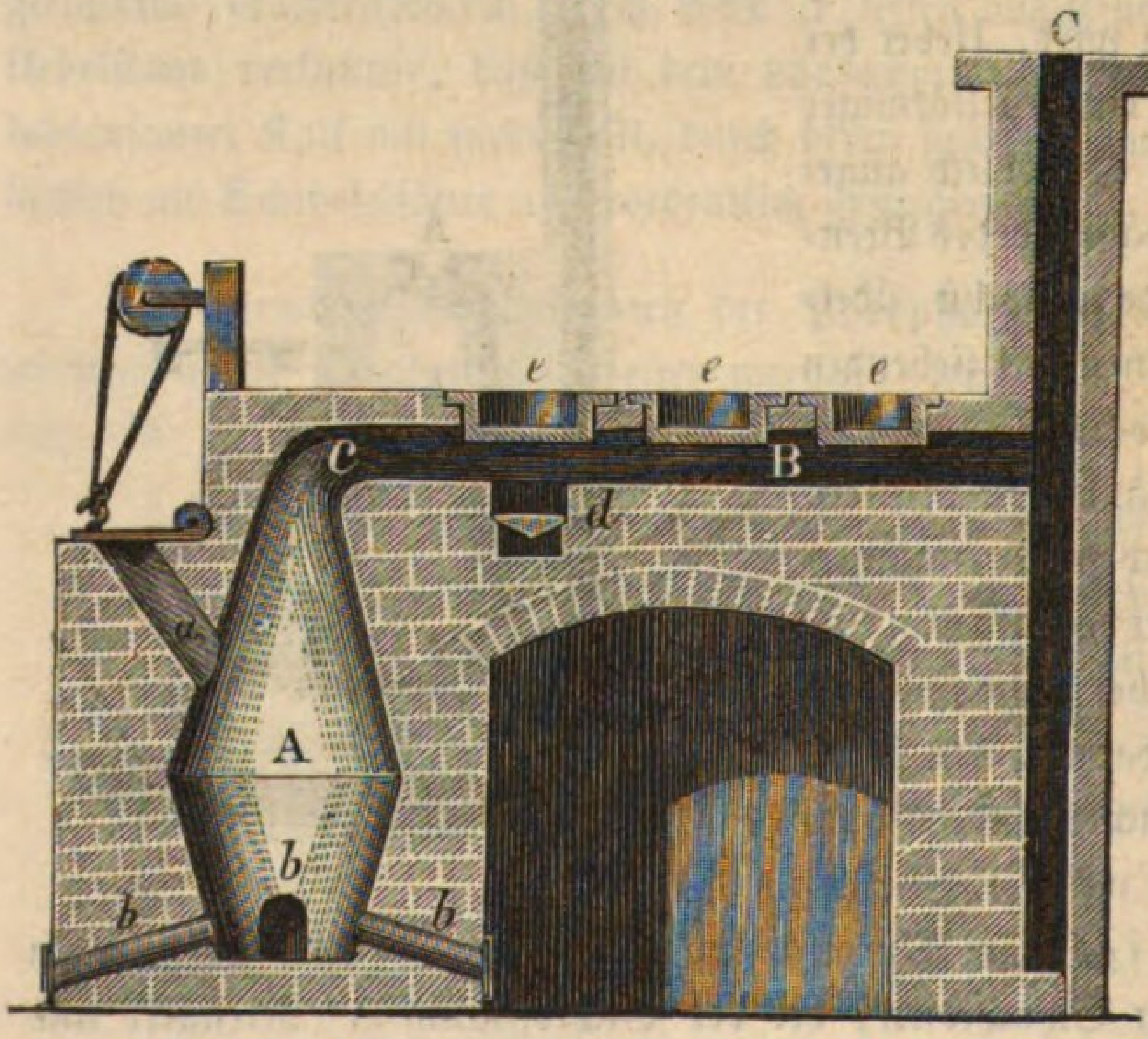
Der Zweck des Brennens der Knochen ist, alle organischen Bestandtheile derselben vollständig zu zerstören, so daß nur die anorganischen, die Aschenbestandtheile zurückbleiben. Die hierzu angewendeten Oefen haben gewöhnlich die Beschaffenheit der Kalköfen und zwar der mit ununterbrochenem Gange (vergl. Bd. II p. 481); der Ofen ist an der Sohle 0,75 bis 1,0 Meter, an der Mündung 1,18 bis 1,5 Meter breit und 3,5 bis 4 Meter hoch. Auf die Sohle des Ofens kommt eine Lage Holz, darauf die Knochen, man entzündet das Holz und unterhält durch Aufschütten von frischen Knochen das Feuer. Die weißgebrannten Knochen werden durch eine von der Ofensohle ausgehende Oeffnung gezogen, während mit dem Auffüllen frischer Knochen fortgefahren wird. Ueber der Gicht des Ofens ist ein kegelförmiger Aufsatz von starkem Eisenblech angebracht, welcher die während des Brennens sich entwickelnden, höchst übelriechenden Gase in einen gut ziehenden Schornstein leitet. Noch besser ist es, die Gase möglichst vollständig zu verbrennen, wodurch zugleich an Brennmaterial gespart wird. Der von Payen empfohlene Ofen, welcher nicht nur alle Gase verbrennt und dadurch den übeln Geruch unmöglich macht, sondern auch die Operation selbst wohlfeiler herzustellen gestattet, ist Fig. 2 im Durchschnitte abgebildet. Dieser Ofen ist ein stehender cylindrischer Schachtofen, bei der Gichtöffnung A′ verengert und

Fig. 2.



dort mit einem eisernen Deckel verschließbar; der untere Theil des Ofens steht mit dem Schornstein D mittels eines Kanals und der Oeffnungen B in Verbindung; die beweglichen Roststäbe C liegen auf zwei Querstangen. Bei Beginn der Arbeit werden die Roststäbe durch die Thüre E an ihren Platz gebracht, der Rost wird mit trockenem Holz beschickt und letzteres angezündet. Sowie das Feuer gehörig brennt, schließt man die Thür E und sucht durch im Schornstein bei D′ angezündete Hobelspäne einen starken Zug herzustellen, in dessen Folge die Luft aus dem Schacht A angesaugt wird. Sobald die Oeffnung D′ wieder geschlossen ist, gehen die Verbrennungsgase durch die Oeffnungen B in den Kanal und von da in den Schornstein. Nachdem der Schacht hinlänglich angeheizt ist, beschickt man den Ofen durch A′ mit Knochen; ist der Schacht angefüllt, so schließt man für kurze Zeit A′, entfernt die Querstäbe unter dem Roste, wodurch die gebrannten Knochen nach C fallen und durch E abgezogen werden, worauf die Thür wieder geschlossen und A′ wieder geöffnet wird, um von Neuem Knochen aufzugeben. Das Knochenbrennen geht mithin in diesem Ofen continuirlich vor sich und wenn der Schacht so weit vorgeheizt wurde, um die zuerst eingetragenen Knochen zu entzünden, so genügt die organische Substanz der Knochen, um das Brennen derselben zu unterhalten. Die Anwendung dieses Ofens hat jedoch gezeigt, daß durch die nach unten gehende Flamme, so wie durch die von oben einströmende kalte Luft die frischen, oben aufgegebenen Knochen zu schwierig entzündet werden können, als daß in der That ein ununterbrochener Betrieb herzustellen ist.

Fig. 3.



Diesem Uebelstande scheint in einer von H. Fleck empfohlenen Ofenconstruction (Figur 3) vorgebeugt zu sein. Der cylindrische, nach unten und oben sich verjüngende Schacht A steht durch den Fuchs c und den Zug B, als Feuerungsraum einer Pfannenfeuerung, mit dem Schornstein C in Verbindung;

die durch den Fuchs entweichenden übelriechenden Gase aus dem Knochenbrennofen werden, indem sie über die Rostfeuerung d gehen, vollständig verbrannt. Die Beschickung des Schachtes mit Knochen geht durch die mit einer Blechklappe verschließbare Oeffnung a vor sich, nachdem um die drei Oeffnungen b, b, b an der Ofensohle ein Holzrost angezündet worden ist. Durch die Oeffnungen b b werden die gebrannten Knochen gezogen; außerdem sind diese Kanäle Zugöffnungen, die mittelst Schiebern je nach dem Bedürfnisse geöffnet oder verschlossen werden können. In den über B befindlichen Pfannen e, e, e werden die in der Fabrik vorkommenden Laugen verdampft.

100 Kilogr. frische Knochen liefern 50—55 Kilogramm weißgebrannte Knochen, die durch Walz- oder Pochwerke zertheilt und am vortheilhaftesten in ein grobes Pulver, dessen Korn Linsengröße besitzt, verwandelt werden.

§. 50.

II. Zersetzen der Knochenerde durch Schwefelsäure und Eindampfen des sauren phosphorsauren Kalkes mit Kohle.

Die zerkleinerten weißgebrannten Knochen werden durch Behandeln mit concentrirter Schwefelsäure zersetzt. 100 Kilogr. Knochenmehl (mit ungefähr 80 Kilogr. Kalkphosphat) brauchen zu ihrer Zersetzung

106,73 Kilogr.	Schwefelsäure	von	1,52	spec. Gewichte,
85,68 ,,	,,	,,	1,70	,, ,,
73,63 ,,	,,	,,	1,83	,, ,,

Nach der Angabe von Payen nimmt man auf 100 Kilogr. Knochenerde 100 Th. Schwefelsäure von 50 Proc. oder 1,52 spec. Gewichte.

Die Zersetzung des Knochenmehles durch Schwefelsäure geschieht (nach Payen) in mit Blei ausgefütterten Bottichen, in welche man zunächst ein Gemenge von 1 Hektoliter siedendem Wasser und 20 Kilogr. Schwefelsäure von 50 Proc. bringt und hierauf 20 Kilogr. Knochenmehl zusetzt. Sobald das von der Zersetzung des kohlensauren Kalkes herrührende Aufbrausen aufgehört hat, trägt man von Neuem die Mischung von siedendem Wasser und Schwefelsäure und Knochenerde ein und fährt so vier Mal fort. In dem Bottich befinden sich mithin auf 80 Kilogr. Knochenerde 80 Kilogr. Schwefelsäure von 50 Proc. Der 24 Stunden lang warm erhaltene Bottichinhalt wird zur Beförderung der Reaction von Zeit zu Zeit mit einem Holzspatel umgerührt. Nachdem man 10 Stunden hat absetzen lassen, zieht man die über dem Gypsabsatze stehende klare Flüssigkeit mit Hülfe von Bleihebern oder Gutta- oder Kautschukröhren möglichst vollständig ab. Nach der Angabe von H. Fleck nimmt man die Zersetzung der Knochenerde in ausgepichten (oder

mit Asphaltlack inwendig überzogenen) Ständern aus Tannenholz vor. Die von dem Niederschlage abgezogene Lauge hat ein spec. Gewicht von 1,05—1,07, entsprechend 8—10° B. Der Rückstand wird mit Wasser ausgelaugt und die hierbei erhaltene schwächere Lauge (= 5—6° B.) mit der ersten in die zum Abdampfen bestimmten Bleipfannen gebracht. Die durch nochmaliges Auswaschen des Rückstandes in den Bottichen erhaltene Flüssigkeit wird statt des Wassers mit Schwefelsäure gemischt und zum Aufschließen von frischer Knochenerde verwendet.

Der dreimal ausgelaugte Gyps wird noch ausgewaschen; zu dem Ende bringt man ihn in einen Auswaschbottich, wo er durch eine mit Hanfleinwand bedeckte Schicht Stroh von dem durchlöcherten falschen Boden getrennt und mit Wasser ausgewaschen wird, bis fast reines Wasser abläuft. Auch diese Flüssigkeit wird, mit Schwefelsäure gemengt, zum Zersetzen von frischem Knochenmehl benutzt. In der großen Phosphorfabrik von Gebrüder Coignet[1]) in der Vorstadt Guillotière zu Lyon sind die Auswaschgefäße terassenförmig aufgestellt, ähnlich den Auslaugebottichen der Sodafabriken. Nach dem Vorschlage von Gentele (mein Jahresbericht 1857 p. 112) kann man das Auslaugen des Gypsniederschlages abkürzen und zugleich stärkere Laugen erhalten, wenn man den Bodensatz, anstatt ihn mit Wasser aufzurühren, in mit Blei ausgefütterte Bottiche bringt, in welchen sich ein durchlöcherter Senkboden aus Blei befindet; auf den Bleiboden kommt eine Schicht grober Quarzstücke, dann eine Schicht grober Quarzsand, auf diese eine Schicht feiner Sand, und auf letztere endlich der Gypsbrei. Die adhärirende Lauge tropft nun ab und durch eine verhältnißmäßig kleine Wassermenge kann dem Gypse durch Verdrängung alle Lauge entzogen werden. Der ausgelaugte Gyps läßt sich leicht vom Sande trennen, so daß der Sand längere Zeit zum Auslaugen Anwendung finden kann. Auch der Gyps, der sich beim Abdampfen der Phosphorsäure abscheidet, kann auf gleiche Weise von der anhängenden Lauge befreit werden.

Das Abdampfen der sauren Flüssigkeit bis auf 45° B. = 1,45 spec. Gew. geschieht in kleinen Pfannen, deren Boden auf eisernen Platten ruht; sie werden von dem abziehenden Feuer der Destilliröfen oder auch von dem Knochenbrennofen geheizt. Die zur erforderlichen Consistenz gebrachte Lauge wird mit Holzkohlenpulver von Linsengröße gemischt (auf 100 Th. Lauge 20—25 Th. Kohle) und in gußeisernen Kesseln über Feuer eingetrocknet.

---

[1]) Die Fabrik von Gebr. Coignet in Lyon hat 8 Destilliröfen und 108 Retorten, von denen eine jede eine Capacität von 50—60 Liter besitzt. Die Gesammtproduction an Phosphor beläuft sich jährlich auf 36,000 Kilogr. (= 720 Ctr.)

Diese Kessel werden wie gewöhnlich eingemauert, aber zweckmäßig mit einem Gewölbe versehen, welches vorn eine Arbeitsöffnung hat, durch welche man den Kessel beschicken und entleeren kann; an der hinteren, dem Arbeitsloche entgegengesetzten Seite steht das Gewölbe durch einen Fuchs mit dem Schornsteine der Kesselfeuerung in Verbindung, so daß die sich entwickelnden schwefelsauren und schwefligsauren Dämpfe, ohne den Arbeiter zu belästigen, abziehen. Durch Umrühren mit einem eisernen Rührspatel wird das Festbrennen der Masse auf dem Kesselboden verhütet. Das Austrocknen wird so weit fortgesetzt, bis sich die Masse, ohne zu stäuben, durch ein Sieb schlagen läßt. — Vor etwa 30 Jahren als der Verbrauch des Phosphors noch ein verhältnißmäßig geringer war, dampfte man das Gemisch der Lauge mit dem Kohlenpulver in einem kupfernen Kessel bis zur Trockne, dessen Boden außen mit Thon beschlagen war.

Die zur Trockne gebrachte Masse besteht an saurem Kalkphosphat, Kohle und Wasser (von letzterem 5—6 Proc.). Bei Beginn der Einführung der Phosphorfabrikation war man der Meinung, die Phosphorsäure befände sich darin im reinen Zustande und habe all' ihren Kalk an die Schwefelsäure abgegeben. Später fanden Fourcroy und Vauquelin, daß aus dem dreibasisch phosphorsaurem Kalke, wie er in der Knochenasche sich findet, nur saurer phosphorsaurer Kalk (PO_5, CaO, 2 HO) geworden sei; sie wurden deshalb zu dem Vorschlage veranlaßt, eine größere Menge Schwefelsäure anzuwenden, um, wie sie meinten, dem Kalkphosphat mehr Kalk zu entziehen. Diese Ansicht wurde von Javal widerlegt, welcher nachwies, daß die reine Phosphorsäure mit Kohle gemengt wenig oder keinen Phosphor gebe, da sie sich schon bei einer Temperatur verflüchtigt, die niedriger ist als die zu ihrer Zersetzung erforderliche, und somit der reducirenden Einwirkung der Kohle sich entzieht. Die Gegenwart des Wassers in dem Gemenge ist die Ursache, daß während der Destillation außer Kohlenoxyd auch Kohlenwasserstoffe und Phosphorwasserstoff auftreten.

§. 51.

III. Die Destillation des Phosphors.

Das Erhitzen des Gemenges des sauren Kalkphosphates mit Kohle behufs der Destillation des Phosphors geschieht in Retorten aus feuerfestem Thone, die große Aehnlichkeit mit den zum Brennen der Nordhäuser Schwefelsäure (vergl. Bd. II p. 206) dienenden haben; sie sind nämlich ziemlich regelmäßig durch Töpferarbeit von feuerfestem Thone aufgedrehte Flaschen, deren Hals etwas seitwärts gebogen ist. Die zum Erhitzen dieser Retorten, von denen eine jede eine Länge von 54 Centimeter und einen inneren Durch-

messer von ungefähr 12 Centimeter am Bauche hat, dienenden Oefen sind Galeerenöfen, ähnlich den in den Vitriolbrennereien und Salpetersäurefabriken. Ein solcher Ofen enthält 24 Retorten, nämlich 12 auf jeder Seite. Der untere hintere Theil der Retorten liegt auf der einen Seite des Feuerraumes auf; der vordere Theil oder ihr Hals geht an der entgegengesetzten Seite durch eine Oeffnung heraus, welche nur lose vermauert wird. Durch diese Oeffnung bringt man überhaupt die Retorte in gehöriger Lage in den Ofen und auch aus ihnen heraus. Zwischen je zwei Retorten bleibt ein freier Raum von 12 bis 15 Centim., damit die Flamme zwischen denselben hindurch gehen kann.

Die Vorlagen, deren man sich in Deutschland bedient, bestehen aus zwei Theilen, sie sind von gewöhnlichem Töpferthon angefertigt und mit Bleiglasur versehen; der eine Theil derselben ist ein oben offenes cylindrisches Gefäß, der andere Theil ragt in den ersteren einige Zoll hinab und liegt durch einen deckelartigen Vorsprung auf ihm auf; oben endigt es sich in eine Oeffnung, welche einen kurzen Hals bildet. Zwischen diesem Halse und dem Rande, welcher in das untere Gefäß taucht, ist eine Röhre eingesetzt, die mit diesem Theil ein Stück ausmacht; sie hat eine Länge von 15—18 Centimeter und am hervorragenden Ende einen so großen Durchmesser, daß sie den Retortenhals bequem aufnehmen kann; innerhalb des Gefäßes springt diese Röhre etwa 10 Centimeter vor, so daß sie durch Wasser gesperrt werden kann, und in demselben eintaucht, wenn der andere Theil der Vorlage damit gefüllt ist. Nachdem die Retorten der Reihe nach in den Ofen so gesetzt worden sind, daß eine um die andere ihren Hals nach derselben Seite richtet, so werden die Vorlagen zusammengepaßt; hierauf setzt man eine Bank vor jede Seite des Ofens, welche die erforderliche Höhe hat. Zuletzt werden die Vorlagen auf der Bank so angerückt, daß der Hals einer jeden Retorte 10 Centimeter in das Rohr einer Vorlage paßt.

Die Retorten werden mit der zu destillirenden Masse so weit angefüllt, daß bei der Lage derselben im Ofen nichts durch den Hals herausrollen kann; sie erhalten dann ihre gehörige Stellung, die Nischen werden hierauf mit Ziegeln zugesetzt, mit Lehm bestrichen und während der Ofen langsam durch ein schwaches Feuer angewärmt wird, legt man die Vorlagen mit Wasser angefüllt an. In jede Vorlage wird ein kleiner Blechlöffel eingesetzt, an einem Draht befestigt, welcher dem Löffel als Stiel dient. Nach 6—8 Stunden allmählich verstärkter Feuerung hat sich das in der Masse noch befindliche Wasser zum Theil verflüchtigt, zum Theil mit der Kohle zu Kohlenwasserstoffgas und Kohlenoxydgas umgesetzt, außerdem entweicht schweflige Säure; nach dieser Zeit wechselt die Natur der Gase und es erscheinen brennbare Gase, die sich von selbst entzünden; diese Gase bestehen aus Kohlenoxyd und Phos-

phorwasserstoffgas, vielleicht auch zum Theil aus mit Phosphordampf gesättigtem Kohlenoxydgas. Anfänglich brennen sie mit hellleuchtender weißer Flamme, später mit bläulichgrünem Schein. In diesem Stadium verkittet man die Fugen zwischen Vorlagen und Retorten mit magerem Lehm, so daß nur eine kleine Oeffnung bleibt, welche zum Entweichen von Gasen dient und die man mittels eines Drahtes offen zu erhalten sucht. Damit die sich entwickelnden Gase, welche die Gesundheit der Arbeiter beeinträchtigen, möglichst schnell entfernt werden, sind die Vorlagen der ganzen Ofenlänge nach mit nach oben aufzuschlagenden dachartigen Bretterverschlägen versehen, aus deren Mitte ein Rauchfang aus Holz die Gase durch das Dach nach außen führt. Die Destillation des Phosphors beginnt, sobald an der offen gehaltenen Fuge am Retortenhalse etwas rothe Masse (amorpher Phosphor oder Phosphoroxyd) sich ansetzt, wodurch die Fuge verengt oder verstopft wird, in deren Folge in der Vorlage Blasen wahrzunehmen sind, die sich von selbst entzünden. Sobald aus der Fuge die entzündlichen Gase austreten, setzt man in die Vorlage die oben erwähnten Blechlöffel so ein, daß der in der Röhre der Vorlage sich verdichtende Phosphor in die Löffel tropft. Den Gang der Destillation beurtheilt man am besten an der Quantität von Phosphor, die in einem gewissen Zeitraume in die Löffel tropft; man hebt letztere von Zeit zu Zeit so weit empor, daß man ihren Inhalt sieht und leert denselben unter dem Wasserspiegel aus, so daß man den noch ferner übergehenden Phosphor immer wieder besonders erhält und folglich im Stande ist, die übergegangene Menge zu beurtheilen.

Die Gasentwickelung an der offen erhaltenen Fuge und die Quantität des übergegangenen Phosphors geben den Gradmesser für den Gang der Destillation und zwar für jede einzelne Retorte. Die Entwicklung brennbarer Gase hört, nachdem sie einmal begonnen hat, während der Dauer der Operation keinen Augenblick mehr auf; wenn man die besprochene Fuge offen erhält, oder wenn man anstatt der Vorlagen Töpfe anwendet, die mit einem durchbohrten Knopfe zum Ausströmenlassen der Gase versehen sind, so ist ununterbrochen ein blaues Flämmchen wahrzunehmen. Während der Dauer der Destillation erhält man das Wasser in den Vorlagen einigermaßen kalt. Nachdem etwa 46 Stunden fortgeheizt und endlich fast die Weißglühhitze erreicht worden ist, nimmt die Menge des übergehenden Phosphors so ab, daß das weitere Feuern sich nicht mehr lohnt. Die Vorlagen werden nun abgenommen und der darin befindliche Phosphor, welcher in Folge von Beimengung von Siliciumphosphor, Phosphorcarburet, amorphem Phosphor und andern allotropischen Modificationen braun, roth, schwarz und weiß ist, in einen Bottich unter kaltem Wasser ausgeleert. Der Ofen wird nach dem vollstän-

digen Erkalten aufgebrochen, die Retorten werden ausgenommen und mit Hülfe eines eisernen Spatels gereinigt, worauf man dieselben und den Ofen von Neuem beschickt. 100 Kilogr. der in die Retorte gebrachten Mischung liefern etwa 14,5 Kilogr. feuchten, rohen Phosphor, welcher nach dem Umschmelzen und Abtrocknen ungefähr 12,6 Kilogr. wiegt. Falls während des Destillirens, wie es nicht selten vorkommt, mehrere Retorten springen, wird nicht nur die Ausbeute verhältnißmäßig geringer, sondern es sind auch die Heizungskosten dieser Retorten während der ganzen Destillationszeit verloren. Die Anschaffung haltbarer Retorten und eine geschickt und sorgfältig geleitete Feuerung derselben, um ihr Zerbersten zu verhüten, sind bei der Phosphorfabrikation Hauptpunkte, und es sind insbesondere diejenigen Umstände zu berücksichtigen, durch welche sich die Destillationszeit verkürzen läßt, ohne die Retorten zu schnell zu zerstören. Die Verbesserungen, welche in der Phosphorfabrikation noch gemacht werden können, so lange dieselbe auf der Verarbeitung von gebrannten Knochen und deren Zersetzung durch Schwefelsäure beruht, beschränken sich lediglich auf die Destillation. Die Herstellungskosten der „Masse" betragen bei dem niedrigen Preise der Schwefelsäure und des Kalkphosphates nicht 25 Proc. vom Calculationspreise des Phosphors, dagegen betragen die Destillationskosten in Folge des großen Brennstoffverbrauchs über 50% derselben. Die von Wöhler empfohlene und in der Einleitung bereits erwähnte Methode der Phosphordarstellung aus einem Gemenge von Knochenmehl, Kohle und Sand, kann daher, selbst genügend feuerfeste Retorten und eine vollständige Zersetzung des Kalkphosphates durch die Kieselerde angenommen, nie zur vortheilhaften Phosphordarstellung im Großen Anwendung finden, denn wie viel Phosphor wird man wol mit demselben Brennstoffquantum erhalten, wenn man in die Retorte eine Masse bringt, welche nur ein Drittheil der Phosphorsäure enthält, die in der bisher angewendeten Masse enthalten ist, und außerdem einen weiteren Zusatz, die Kieselerde, welche in der gewöhnlichen Mischung fehlt, während die neue Masse überdieß zur Zersetzung eine weit höhere Temperatur, d. h. weit mehr Brennmaterial erfordert.

Einer der größten Uebelstände bei dem gegenwärtig gebräuchlichen Phosphordestillirverfahren besteht darin, daß die Oefen nicht im continuirlichen Betriebe erhalten werden können, weil sie mit neuen Retorten beschickt werden müssen. Diesem Uebelstande wird aber sicher noch abgeholfen werden, man brauchte nur die Destillation des Phosphors in größeren Retorten vorzunehmen, ungefähr so, wie sie zur Destillation des Zinkes nach der auf der Vieille Montagne bei Aachen üblichen Methode (vergl. Bd. I p. 133) Anwendung finden, woselbst die etwa 1 Meter langen Thonröhren so lange in der Feue-

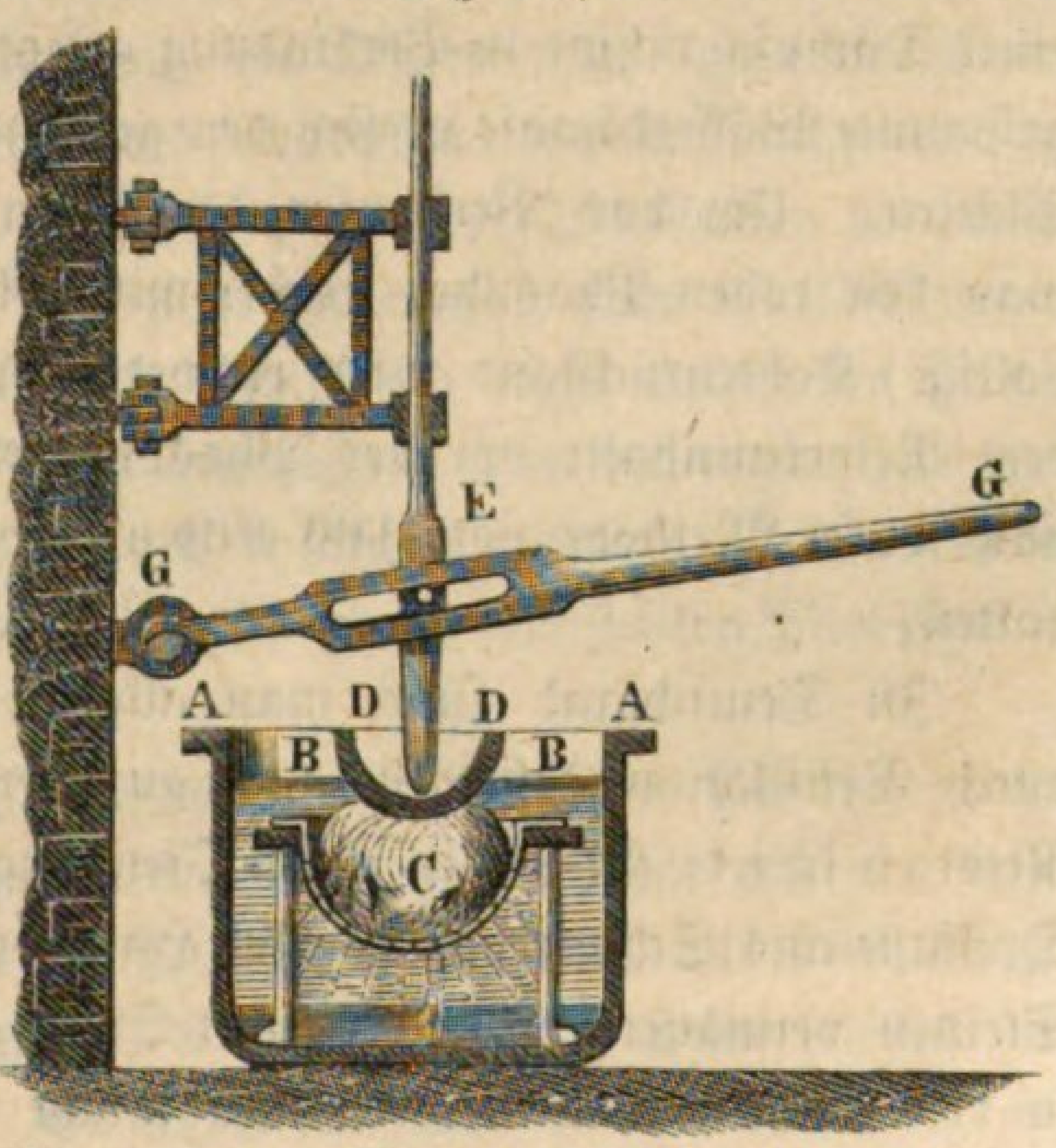
rung liegen bleiben, bis sie undicht werden, und ohne Unterbrechung der Feuerung entleert und auch umgewechselt werden können. Da ein Thoncylinder der Art fast so viel Masse aufnehmen kann, als bisher ein Ofen aufnimmt, so müssen natürlich, wenn ein Ofen mit mehreren solchen Cylindern betrieben werden soll, alle Constructionen und Vorrichtungen entsprechend geändert, d. h. im größeren Maßstabe angeschafft werden. Die Berechnung ergiebt, daß in diesem Falle höchstens die Hälfte des bisher angewendeten Brennstoffs verbraucht werden würde; dadurch allein würden die Herstellungskosten des Phosphors um ein Beträchtliches verringert werden können.

§. 52.

IV. Die Raffination und Aufbewahrung des Phosphors.

Der durch Destillation gewonnene rohe Phosphor ist wie oben gesagt ein Gemenge von reinem Phosphor mit Verbindungen desselben mit Kohle und Silicium, rothem und schwarzem Phosphor und verschiedenen anderen Unreinigkeiten. Um ihn zu reinigen, bediente man sich ehedem, als die Phosphorfabrikation noch nicht die gigantischen Dimensionen der Gegenwart angenommen hatte, des Durchpressens des geschmolzenen Phosphors durch sämischgares Leder. Nach der Beschreibung, die Payen giebt, verfuhr man dabei auf folgende Weise: Man schlug den rohen Phosphor in ein Stück mit Wasser durchnetztes ölgares Leder ein, band dies zu und legte den so erhaltenen Beutel C (Fig. 4) auf einen kupfernen Durchschlag, der in einem Gefäß sich befand, welches bis auf 50—60° erwärmtes Wasser enthielt. Sobald aller Phosphor geschmolzen war, brachte man eine Holzplatte D D auf den Beutel und preßte nun mittels der Preßstange E und des Hebels G G den Phosphor durch das Leder hindurch.

Fig. 4.



In neuerer Zeit reinigt man in den französischen Fabriken auf andere Weise, nämlich a) durch Filtration über grob gepulverte Knochenkohle. Zu dem Ende breitet man die Kohle in dem Gefäße A auf dem durchlöcherten Boden 6—10 Centimeter hoch aus und füllt das Gefäß zu $^2/_3$ mit Wasser,

dessen Temperatur durch das Wasserbad B. (Fig. 5 und 6) auf 60° erhalten wird. Der in das Gefäß A gebrachte rohe Phosphor schmilzt, filtrirt durch die Knochenkohle und fließt durch den Hahn C und das Rohr E in das Gefäß F, welches mit Wasser gefüllt und durch das Wasserbad G erwärmt wird; bei H befindet sich ein mit sämischgarem Leder bedeckter durchlöcherter Boden, durch welchen der geschmolzene Phosphor mittels Wasserdruck gepreßt wird. Der gereinigte Phosphor fließt durch den Hahn J ab.

Fig. 5.

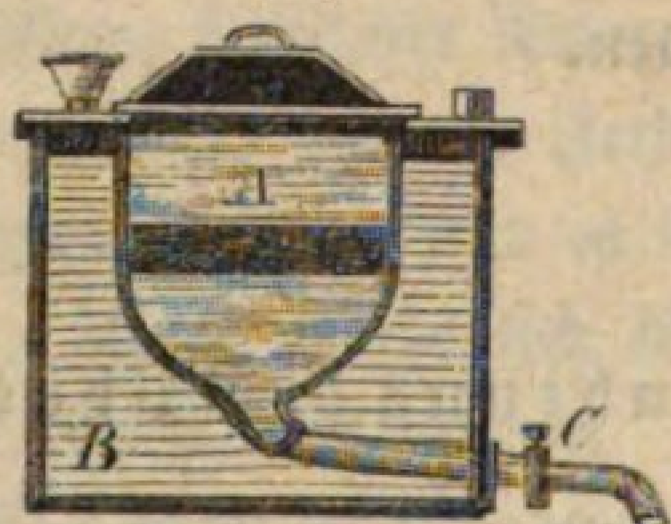
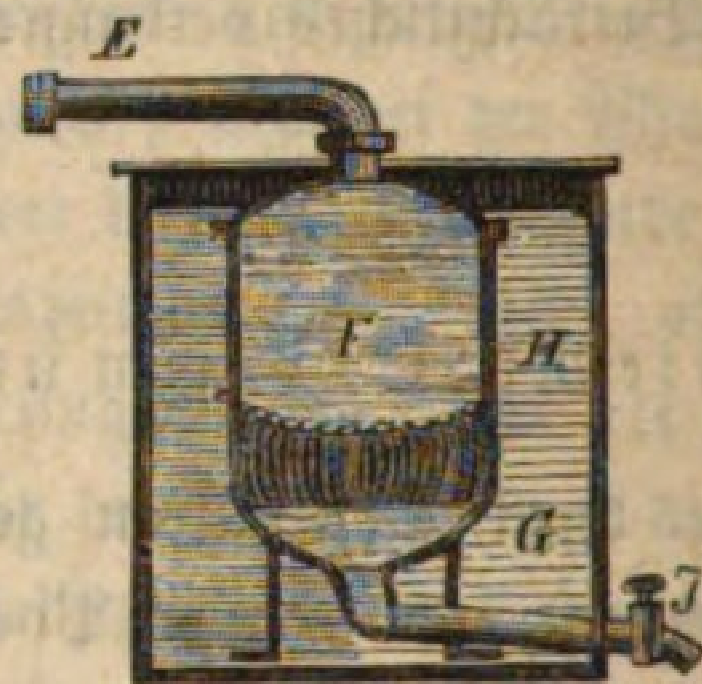


Fig. 6.



Nach einem zweiten Reinigungsverfahren b) bedient man sich poröser Platten aus Charmottemasse, welche in eiserne Cylinder gesenkt und mit einer Dampfmaschine in Verbindung gesetzt sind; in den Cylindern enthaltene gespannte Wasserdämpfe pressen den geschmolzenen Phosphor durch die porösen Platten. Um das Verstopfen der Poren der Platten zu verhüten, mengt man den rohen Phosphor vorher mit Kohlenpulver. Der (noch phosphorhaltige) Kohlenrückstand wird entweder in besonderen Retorten destillirt oder dem Retorteninhalte vor der Phosphorgewinnung beigemischt. Man soll nach dieser Methode von 100 Kilogr. Phosphor 95 Kilogr. gereinigten erhalten.

In Deutschland führt man allgemein das Reinigen des Phosphors durch Destillation desselben aus gußeisernen Retorten aus. Von diesen Retorten ist jede für sich in einem Ofen eingemauert und steht darin auf einem Dreifuße aus Schmiedeeisen. Am Halse der Retorte wird der Ofen mit losen Steinen vermauert. An derselben Stelle geschieht das Einsetzen der Retorte in den Ofen. Der Retortenhals taucht 15—20 Millimeter tief in das Wasser ein, welches in einem Kübel vorgestellt wird und überläuft, sobald eine Portion Phosphor den Inhalt der Schale vermehrt.

Der zu destillirende rohe Phosphor wird in einem kupfernen Kessel unter Wasser geschmolzen und mit 12—15 Proc. seines Gewichtes angefeuchteten Sandes gemengt und dann in die Retorten gefüllt, in Quantitäten von 5 bis 6 Kilogr. oder so viel, daß, wenn er schmilzt, die Retorte nicht überläuft. Das Vermischen des Phosphors mit feuchtem Sande geschieht, damit er sich

während des Einfüllens und Einsetzens der Retorten nicht entzündet. Das Heizen erfordert viele Vorsicht, zuerst muß man sehr langsam feuern, damit die noch anhängende Feuchtigkeit ausgetrieben werde, welche zum großen Theile auch die Luft austreibt, die mit ihr entweicht. Nach einiger Zeit entwickeln sich Blasen von selbstentzündlichem Phosphorwasserstoffgas, endlich kommen Phosphortropfen, die sich im Halse der Retorte von selbst entzünden. Von letzterem Zeitpunkte an muß die Feuerung stets gleich bleiben, bis kein Phosphor mehr übergeht. Die Hitze darf während der ganzen Dauer der Destillation sich nicht vermindern, weil außerdem Luft und Sperrwasser in die Retorte treten, die zu heftigen Explosionen Veranlassung geben können. In die mit kaltem Wasser gefüllten Kübel werden kleinere Näpfe eingesenkt, die an langen eisernen Drähten befestigt und leicht zu handhaben sind und so zu sagen als Vorlagen für den übergehenden Phosphor dienen. Den Phosphor in den Bleinäpfen nimmt man öfters, mit Wasser bedeckt, hinweg und gießt ihn unter kaltem Wasser aus, so daß in dem als Vorlage dienenden Kübel sich wenig Phosphor neu ansammeln kann. Dieß ist nöthig, damit im Falle einer Explosion, wobei das Gas das Wasser des Kübels umherwirft, nicht auch Phosphor umhergeschleudert wird. Solche Explosionen kommen jedoch nur bei sorgloser Beaufsichtigung des Feuers vor. Zur Verhütung derselben sind für das Umdestilliren des Phosphors nur umsichtige und zuverlässige Arbeiter zu verwenden. Die Hitze bei der Destillation darf überhaupt nicht so groß sein, weil der Phosphor bekanntlich schon bei 290° siedet; bei Ueberhitzung des Phosphordampfes könnte sich nicht mehr aller Dampf verdichten und würde daher in Blasen entweichen, von denen eine jede nach dem Austreten aus dem Wasser unter Verpuffung verbrennt. Wasserfreier roher Phosphor giebt bei der Destillation 90 Proc. rectificirten Phosphor im günstigsten Falle.

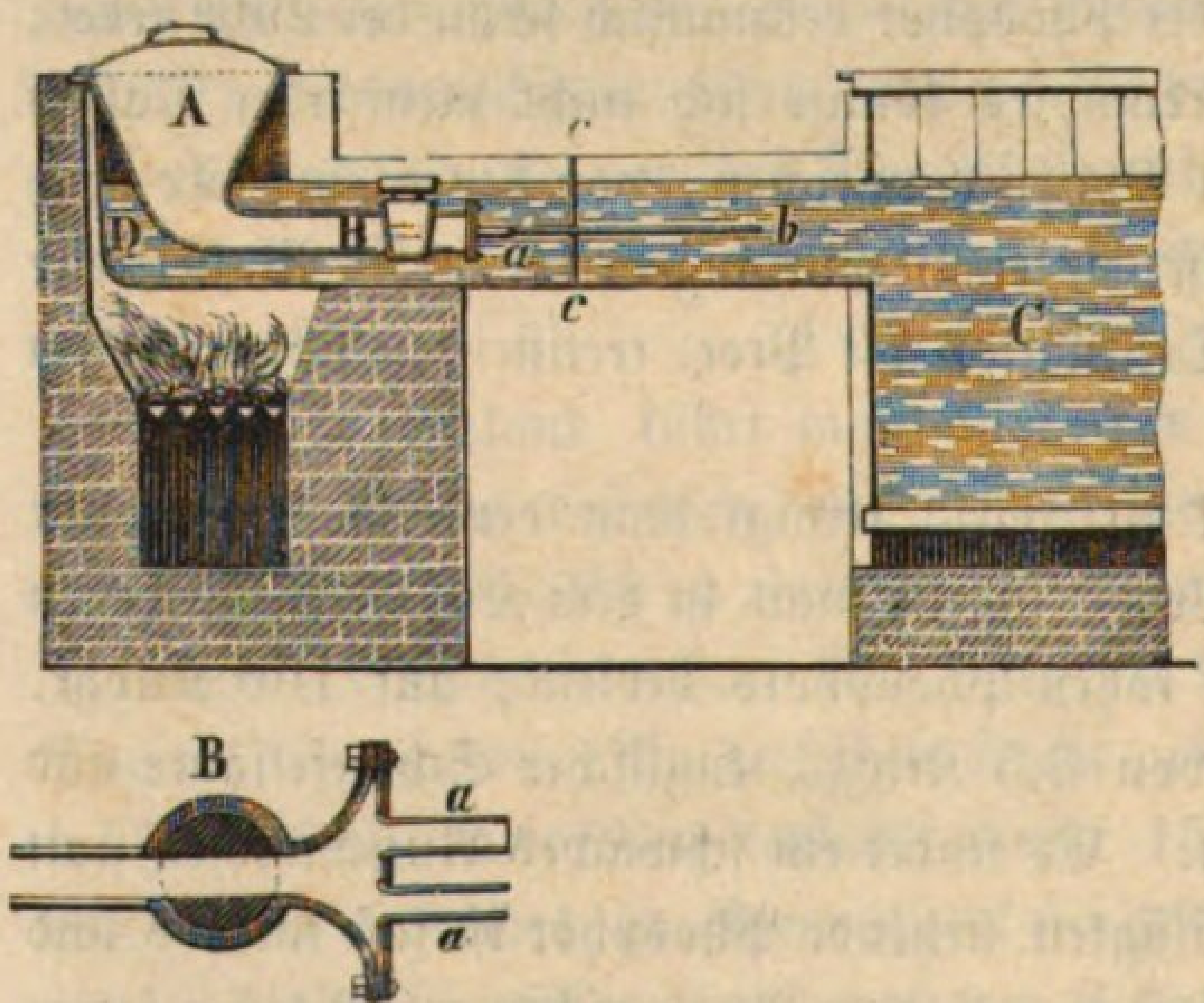
In einer Phosphorfabrik zu Paris reinigt man den Phosphor ohne Destillation auf chemischem Wege, indem man in dem Kupferkessel, dessen man sich zum Schmelzen des rohen Phosphors bedient, auf 100 Kilogr. Rohphosphor eine Mischung von 3,5 Kilogr. englischer Schwefelsäure und 3,5 Kilogr. Kalibichromat setzt. Es findet ein schwaches Aufschäumen statt und der unter der grünen Flüssigkeit stehende Phosphor ist fast farblos und durchscheinend geworden, so daß er nach dem Auswaschen mit Wasser sofort in Stangenform gebracht werden kann. 100 Kilogr. Rohphosphor geben nach diesem Verfahren 96 Kilogr. gereinigten Phosphor.

Es bleibt nun noch übrig, dem Phosphor eine bequeme Form zu geben, welche seit Alters her in langen dünnen Stangen besteht. Man erreicht dies, indem man ihn in Glasröhren formt. Man taucht das eine Ende der Röhre

in den unter Wasser geschmolzenen Phosphor und saugt mit dem Munde langsam am anderen Ende, bis die Röhre fast ganz mit Phosphor angefüllt ist. Hierauf schließt man die untere Oeffnung der Röhre mit dem Finger, nimmt sie heraus und taucht sie rasch in kaltes Wasser; der Phosphor erstarrt schnell und wird aus der Glasröhre mit Hülfe eines Holz- oder Glasstabes entfernt. Anstatt des Aufsaugens mit dem Munde läßt sich vortheilhaft eine Kautschukblase anwenden, wie dieselbe in der Titriranalyse zum Ansaugen der Pipetten häufige Anwendung findet. In den französischen Phosphorfabriken findet dieses Verfahren heutzutage noch allgemeine Anwendung mit der Modification, daß jede Glasröhre, von denen 1 oder 2 Dutzend zur Disposition des Formers stehen, oben mit einem eisernen Saugrohre versehen ist, in dessen Mitte ein Hahn sich befindet; der Arbeiter saugt durch das Saugrohr die Glasröhre voll, schließt dann den Hahn und senkt das Rohr in kaltes Wasser; nachdem alle Röhren gefüllt sind, werden sie durch Oeffnen des Hahnes und Einführen eines Eisendrahtes geleert und hierauf von Neuem durch Ansaugen gefüllt. Ein tüchtiger Arbeiter kann täglich über 2 Centner Phosphor in Stangenform bringen.

Ein anderes Verfahren, den Phosphor zu formen, ist von Seubert im Jahre 1844 angegeben worden. Der von ihm angewendete Apparat (Fig. 7) besteht aus einem eingemauerten kupfernen Kessel, an dessen flachem Boden ein oben offener Kanal von Kupfer gelöthet ist, der in den Wasserbehälter C mündet. In dem Kessel befindet sich ein kupferner Trichter A mit horizontaler Röhre B, welcher zur Aufnahme des Phosphors bestimmt ist und 8—10 Kilogr. desselben faßt. Der horizontale Theil des Trichters endigt mit dem Hahn B und neben diesem mit einer Erweiterung, an welche eine kupferne Platte, in der zwei Glasröhren a a befestigt sind, angeschraubt wird. Der offene Kanal ist durch eine wasserdicht schließende Scheidewand aus Holz c c abgetheilt, die die Communication des Wassers in beiden Theilen des Kanals hindert und zugleich den Röhren a b zur Stütze dient. Der Trichter A wird nun mit Phosphor gefüllt und dann der Kessel D D so

Fig. 7.



weit erwärmt, daß der Phosphor schmilzt. Da sich bis zur Scheidewand c erwärmtes Wasser befindet, so wird, wenn man den Hahn B öffnet und wieder schließt, anfangs etwas Phosphor durch die Röhren a b ausfließen, darin aber erstarren und somit die Röhre verschließen. Oeffnet man nun den Hahn wieder, so kann man mit Hülfe des erstarrten Theils des Phosphors, welcher aus der Röhre hervorragt, die hinter demselben sich bildende Phosphorstange abwechselnd aus der einen und der anderen Röhre herausziehen, sie abschneiden und in C vor der Einwirkung des Lichtes geschützt, sammeln. Nach der Angabe von Seubert soll ein geübter Arbeiter in dem beschriebenen Apparate 30—40 Kilogr. Phosphor in einer Stunde in Stangenform bringen können, während H. Fleck gefunden hat, daß unter den vortheilhaftesten Bedingungen der Temperatur in sechs Stunden nicht mehr als 50 Kilogr. geformt werden konnten. Man kann den Hals der gußeisernen Retorte, aus welcher der Phosphor destillirt wird, unmittelbar in den Trichter A leiten, und den ganzen Formapparat so in dem Mauerwerk des Ofens, in welchem sich die Retorte befindet, anbringen, daß kein besonderer Feuerraum für den kupfernen Kessel nöthig ist. Ohne Zweifel ist die Seubert'sche Formmethode die einfachste, sie ist gefahrlos, kann ununterbrochen vor sich gehen und ermöglicht jedes Kaliber der Phosphorstange, indem man die Glasröhre durch eine andere von entsprechendem Durchmesser auswechselt. Es ist nur darauf zu sehen, daß man die Stange nie zu nahe an der Glasröhre abschneidet oder abbricht, damit stets ein Stück verbleibt, um das Ausziehen aus der Röhre ausführen zu können.

Will man den Phosphor nicht in Form von Stangen, sondern in Körnerform bringen, so bringt man auf kaltes Wasser, das in einem Bottich sich befindet, eine 6—8 Centimeter hohe Schicht heißes Wasser, so daß beide Schichten sich nicht miteinander mengen und läßt mit zum Theil geöffnetem Hahn B des Seubert'schen Apparates geschmolzenen Phosphor tropfenweise ausfließen. Jeder Tropfen erstarrt, sowie er in das kalte Wasser kommt, zu einer harten Masse. Die weit bequemere Körnerform des Phosphors sollte der Stangenform vorgezogen werden.

Die Aufbewahrung des geformten Phosphors geschieht in einer mit Eisenblech ausgeschlagenen Kiste, welche gegen 6 Centner Phosphor mit einer gegen 3 Centimeter hohen Schicht Wasser faßt. Das Verpacken geschieht, wenn es sich um größere Quantitäten handelt, in kleinen Weinfässern, welche man mit Phosphor und dann vollends mit Wasser füllt, dem etwas Alkohol zugesetzt worden ist, um das Gefrieren beim Transport im Winter zu verhindern. Die Fässer werden außen mit heißgemachtem schwarzen Pech überzogen und in Häcksel oder Heu gewälzt; zuletzt emballirt man in grauer

Packleinwand. Auf solche Weise werden 1—5 Centner Phosphor in einem Fasse verpackt. Gewissenhafte Fabrikanten werden es jedoch unter allen Umständen vorziehen, das Einsetzen des Phosphors in Blechbüchsen anzuwenden. Der Phosphor wird in Büchsen von Weißblech gefüllt, mit Wasser übergossen und die Büchsen dann mit Sorgfalt verlöthet, so daß ein Ausrinnen von Wasser durchaus nicht stattfinden kann, es müssen deshalb die verlötheten Blechbüchsen einer wiederholten Prüfung auf ihre Dichtheit unterworfen werden, was nach H. Fleck am besten dadurch geschieht, daß man die verlötheten Büchsen nach sorgfältigem Abtrocknen mit der gelötheten Fläche nach unten auf weißes Fließpapier setzt, und beobachtet, ob nach einiger Zeit auf dem Papier ein feuchter Fleck wahrzunehmen ist; gleichzeitig lassen sich dadurch die noch offenen Stellen leicht auffinden. Die Blechbüchsen werden sodann in feste mit Reifen beschlagene Kisten oder Fässer von Holz (Buchenholz) verpackt und so dem Transport übergeben.

§. 53.

Andere Methoden der Phosphorfabrikation.

Von neueren Methoden der Phosphorfabrikation, die im letzten Jahrzehend aufgetaucht, ist zunächst die von Donovan anzuführen, welcher den Phosphor aus phosphorsaurem Bleioxyd darstellen will. Er empfiehlt folgende Vorschriften. Auf 10 Kilogr. verkleinerte Knochen nimmt man eine Mischung von 6 Kilogr. Salpetersäure und 40 Liter Wasser, läßt einige Tage hindurch digeriren, fällt die von der Knochengallerte getrennte Flüssigkeit mit einer Lösung von 8 Kilogr. Bleizucker, wäscht und trocknet den Niederschlag, erhitzt ihn zum Rothglühen, mischt ihn dann in $^1/_6$ seines Gewichtes an Kienruß oder Kohlenpulver und destillirt das Gemenge aus Thonretorten. Es ist nicht gesagt, ob Donovan seine Methode im Großen versucht und ob sie ihm ein zufriedenstellendes Resultat gegeben hat.

Ueber ein zweites, von dem französischen Chemiker Cari-Montrand herrühendes Verfahren der Phosphorfabrikation, hat sich die Praxis noch nicht ausgesprochen. Es besteht darin, daß man ein Gemenge von weißgebrannten Knochen mit Kohle in der Rothglühhitze der Einwirkung von salzsaurem Gase aussetzt:

Kalkphosphat PO_5, 3 CaO	geben	Phosphor P
Kohle 8 C		Chlorcalcium 3 CaCl
Salzsäure 3 ClH		Wasserstoffgas 3 H
		Kohlenoxydgas 8 CO

Im Fall der Anwendung ganzer weißgebrannter Knochen digerirt man dieselben mit hinreichend concentrirter Salzsäure. Diese Säure erhält man

bei der Fabrikation selbst; man benutzt nämlich das Wasser der Vorlagen, welches die ganze Salzsäure aufgenommen hat, die bei der vorgehenden Operation auf die Mischung von phosphorsaurem Kalk und Kohle nicht wirkte. In Berührung mit der sauren Flüssigkeit verwandeln die Knochen sich alsbald in einen dicken Brei; man vermischt denselben mit so viel Kohlenpulver, daß die Kohle in ausreichender Menge vorhanden ist, um den Sauerstoff der vorhandenen Phosphorsäure in Form von Kohlenoxydgas wegzunehmen. Man verdampft die Masse zur Trockne und bringt sie in den nachher zu erwähnenden Zersetzungsapparat. — Das Pulver von gebrannten Knochen, direct mit Kohle vermischt und dann der Einwirkung von Salzsäuregas ausgesetzt, giebt seinen Sauerstoff mit derselben Leichtigkeit ab, wie die Masse im vorhergehenden Falle. Bei der vorbeschriebenen Methode verwendet man aber die wässerige Salzsäure und vermeidet bei dem betreffenden Antheil der gebrannten Knochen das Mahlen und Sieben.

Als Zersetzungsapparat verwendet man Cylinder von Steinzeug, die inwendig glasirt sind und horizontal in einem Flammofen liegen. Sie werden zu $^3/_4$ mit der Mischung von phosphorsaurem Kalk und Kohle gefüllt; die beiden Enden sind offen, man verbindet das eine Ende mit den Rohr, welches das Salzsäuregas zuführt, und das andere Ende mit einem kupfernen Vorstoß, der mit seiner Mündung in eine Vorlage mit Wasser taucht. Wenn die Retorten hinreichend erhitzt sind, läßt man das salzsaure Gas in einem Strom von angemessener Stärke hinein gehen. Der Kalk verwandelt sich nun in Chlorcalcium und die Phosphorsäure wird durch die Kohle reducirt, so daß Phosphordampf und Kohlenoxydgas entweichen. Ersterer verdichtet sich in dem Wasser der Vorlagen, welches zugleich die überschüssige Salzsäure absorbirt. Die Operation ist beendet, wenn bei fernerem Zuleiten von Salzsäure kein Kohlenoxydgas mehr entwickelt wird. In der Retorte bleibt nachher nur Chlorcalcium und überschüssige Kohle zurück. Aus diesem Chlorcalcium kann man mit Hülfe von Schwefelsäure die Salzsäure für die nächstfolgende Operation wiedergewinnen.

§. 54.

Weit wichtiger und beachtenswerther als die vorstehenden Methoden sind die Vorschläge H. Fleck's[1]) zu einer verbesserten Methode der Phosphorgewinnung unter gleichzeitiger Gewinnung von Knochenleim. Das neue Verfahren beruht auf der Löslichkeit des phosphorsauren Kalkes in

[1]) Vrgl. H. Fleck, Verbessertes Verfahren der Phosphorfabrikation ꝛc., mit einem Vorwort von Prof. W. Stein, Leipzig 1855 p. 41—59. Auch wörtlich aufgenommen in P. Bolley, Handb. der chem. Technol., Braunschweig 1862; Bd. II, Gruppe 2 p. 98—110.

Salzsäure und dessen Abscheidung als saurer phosphorsaurer Kalk durch Verdampfen der Lösung in geeigneten steinernen Gefäßen. Der Theorie nach brauchen 156 Th. phosphorsaurer Kalk (PO_5, $3\,CaO$) 73 Th. wasserfreie Salzsäure, woraus 111 Th. Chlorcalcium, 100 Th. saurer phosphorsaurer Kalk und 18 Th. Wasser sich bilden. Ferner entsteht durch Glühen von 100 Th. saurem phosphorsaurem Kalk und 20 Th. Kohle 21,3 Th. Phosphor, 52 Th. neutraler phosphorsaurer Kalk und 46,7 Th. Kohlenoxydgas. Wird nun das zurückbleibende Gemisch von neutralem phosphorsaurem Kalk und Kohle eingeäschert und von Neuem mit Salzsäure behandelt, so scheidet sich nach dem Eindampfen dieser Lösung von Neuem saures Kalkphosphat ab und so fort, daß, wollte man diesen Proceß mit der nämlichen Substanz fortsetzen, eine unendlich kleine Menge phosphorsaurer Kalk zurückbleiben würde. Es geht aus den bis jetzt angestellten Versuchen hervor, daß es nach Fleck's Verfahren möglich sein wird, den Knochen allen Phosphor zu entziehen, sobald die Salzsäure möglichst frei ist von Schwefelsäure, die verdampfte Lösung möglichst concentrirt und die erhaltene aus saurem Kalkphosphat bestehende Krystallmasse möglichst rein ist. Es zerfällt die Gewinnung des Phosphors und des Leims in 1) die Reinigung, Zerkleinerung und Extraction der Knochen, 2) die Verdampfung und Krystallisation der Knochenlauge, das Auspressen des sauren Kalkphosphats und dessen Vermischen mit Kohle; 3) die Destillation und Reinigung des Phosphors und 4) die Leimerzeugung. Die gereinigten, zerkleinerten und vom Fett befreiten Knochen werden der Einwirkung einer mittelst Wasser auf 7° B. (= 1,05 spec. Gew.) gebrachten Salzsäure ausgesetzt, welche Einwirkung (bei Anwendung von 4 Th. Salzsäure von 7° B. auf 1 Th. frische Knochen) nach 6—7 Tagen beendigt ist. Darauf macerirt man die Knochen in Salzsäure von 3° B., in welcher sie bis zur völligen Erweichung verweilen; diese zweite Flüssigkeit dient statt Wasser zum Vermischen der Salzsäure zur Extraction frischer Knochen. Die erste Flüssigkeit, eine Auflösung von saurem phosphorsaurem Kalk und Chlorcalcium, zeigt ein Aräometer 16° B. (= 1,12 spec. Gew.); sie wird in die Abdampfgefäße gebracht. In der Wahl dieser Gefäße liegt eine Schwierigkeit des Fleck'schen Verfahrens, da die salzsauren Flüssigkeiten nicht in Bleigefäßen abgedampft werden können und die Benutzung von schwer zu beschaffenden Thongefäßen erheischen. Prof. Stein ist jedoch (in dem Vorwort der citirten Schrift Fleck's) der Meinung, daß diese Schwierigkeit thatsächlich nicht vorhanden ist, da auf der einen Seite die Flüssigkeiten keinen Ueberschuß von Salzsäure enthalten und aus diesem Grunde gemauerte Pfannen, wie man sie in der Alaunfabrikation schon längst anwendet, werden Benutzung finden können, auf der anderen Seite aber auch die freie Salzsäure

sich leicht durch das dreibasische Kalkphosphat aus den Retorten wird unschädlich machen lassen. Die Lauge ist krystallisationsfähig, sobald sie 30° B. zeigt. Der beim Erkalten und Stehenlassen sich ausscheidende Krystallbrei wird ausgepreßt und sodann mit $^1/_4$ seines Gewichtes an Kohlenpulver unter Erwärmung bis auf 100° in einer Thonpfanne gemischt und durch ein Kupfersieb gerieben, bis sich die Masse zwischen den Fingern zerreiben läßt. Sie wird nun in eigenthümlich geformten Retorten und in hauptsächlich auf Steinkohlen- und Koksfeuer berechneten Oefen, hinsichtlich deren auf Fleck's Werk verwiesen sei, erhitzt. Der in den Retorten zurückbleibende mit Kohle gemengte phosphorsaure Kalk wird eingeäschert und der Einwirkung concentrirter Salzsäure ausgesetzt, wodurch man sogleich sehr concentrirte Laugen erhält, welche nur kurze Zeit auf den Pfannen zu stehen brauchen, um krystallisationsfähig zu sein. Der erhaltene rohe Phosphor wird wie gewöhnlich gereinigt und geformt. Die durch die Salzsäure von dem phosphorsauren Kalk befreiten Knochen werden auf Leim verarbeitet.

In nachstehender Tabelle giebt H. Fleck eine vergleichende Uebersicht der einzelnen Operationen des gewöhnlichen und des neuen Verfahrens:

	Aelteres Verfahren. Operation.	Aelteres Verfahren. Product-Aufwand.	Neues Verfahren. Operation.	Neues Verfahren. Product-Aufwand.
I.	Brennen der Knochen im Schachtofen.	Weißgebrannte Knochen. Kohlenwasserstoffe, welche zum Betrieb einer Pfannenfeuerung verwendet werden können.	Reinigung der Knochen durch Waschen in Körben. Trocknen derselben auf einer Tenne.)	
II.	Pulvern der Knochen.	Knochenmehl, zu dessen Darstellung ein Stampf- oder Mahlwerk erfordert wird.	Zerkleinerung der Knochen durch ein Walzwerk und Entfettung derselben durch heißes Wasser.	Reine Knochenmasse und Knochenfett.
III.	Extraction des Knochenmehls mit Schwefelsäure von 60 B.	Saurer phosphorsaurer Kalk und Gyps. 100 Kilogr. Knochen erfordern 55 Kilogramm Schwefelsäure von 60° B.	Extraction der gereinigten Knochen mittels Salzsäure von 7° B.	Saurer phosphorsaurer Kalk und Chlorcalcium. 100 Kilogr. frische Knochen erfordern zu ihrer völligen Zersetzung 144 Kilogramm Salzsäure von 20° B.
IV.	Eindampfen der phosphorsauren Kalklösung in Bleipfannen, Verdampfen in eisernen Kesseln mit Kohle.	Masse.	Verdampfen der Knochenlauge in Thonpfannen, Krystallisation der Lauge und Auspressen, Mischen des Preßrückstandes mit Kohle in Thonpfannen.	Masse.

	Aelteres Verfahren.		Neues Verfahren.	
	Operation.	Product-Aufwand.	Operation.	Product-Aufwand.
V.	Destillation des Phosphors aus Thonretorten in Galeerenöfen mit Holzfeuerung.	Roher Phosphor. Zwei Dritttheile des in der Knochenmasse enthaltenen Phosphors unter Verlust aller Retorten. Retorteninhalt nach der Operation wird nicht verwerthet.	Destillation des Phosphors in Röhrenöfen mit Steinkohlen- und Koaksfeuerung.	Roher Phosphor, durch allmälige Verwendung aller Retortenrückstände der ganze Phosphorgehalt der Knochen erschöpft, und der Verlust keiner, wenn nicht durch die Operation nothwendig verworfenen Retorte.
VI.	Reinigung des Phosphors.	100 Kil. frische Knochen = 55 „ gebrannte „ = 4—5 „ reinen Phosphor.	Reinigung des Phosphors.	100 Kilogr. frische Knochen = 6—7 Kilogramm Phosphor.
VII.			Darstellung des Knochenleims.	Leim. 10—20 Procent der verwendeten Knochen.

§. 55.

Nach der von Gentele im Jahre 1857 veröffentlichten Methode der Gewinnung von Phosphor unter gleichzeitiger Darstellung von Salmiak (und Knochenleim), sättigt man den in Salzsäure aufgelösten phosphorsauren Kalk mit kohlensaurem Ammoniak, welches man als Nebenprodukt bei der Bereitung von Thierkohle erhalten hat, und verwendet ihn zur Phosphordarstellung. Die über dem Niederschlage stehende Salmiaklösung wird auf Salmiak verarbeitet.

Was die Gewinnung des phosphorsauren Kalkes und des rohen Salmiaks betrifft, so können zwei verschiedene Methoden befolgt werden, je nachdem man das zur vollständigen Fällung erforderliche kohlensaure Ammoniak zu seiner Verfügung hat oder nicht. Im letzteren Falle sättigt man denjenigen Theil der salzsauren Lösung von phosphorsaurem Kalk, zu dessen Zersetzung das kohlensaure Ammoniak nicht ausreicht, mit reiner Kalkmilch, wobei das Kalkphosphat niederfällt. Man bewirkt diese Fällung in großen Bottichen, läßt den Niederschlag absitzen und beseitigt alsdann die Flüssigkeit durch Abzapfen derselben über dem Niederschlage. Man bewirkt mehrere Fällungen über demselben Niederschlage, so daß sich eine gewisse Menge desselben ansammelt und giebt alsdann noch so viel frische salzsaure Knochenlösung hinzu, daß der mit derselben aufgerührte Niederschlag Lakmus selbst nach einigem Stehen

noch röthet, um sicher zu sein, daß ihm kein freies Kalkhydrat beigemengt ist. Man rührt ihn nun einmal mit Wasser auf, zapft dasselbe ab und entleert ihn dann in gemauerte poröse Cisternen, wo er nach und nach eine feste Gestalt annimmt, so daß mit ihm in Form von halbtrockenen Stücken manipulirt werden kann.

Soll mit kohlensaurem Ammoniak gefällt werden, so bringt man einen Theil der Flüssigkeit in große hölzerne Präcipitirgefäße und setzt von der rohen Ammoniakflüssigkeit so viel hinzu, bis Lakmuspapier schwach gebläut wird. Es entsteht ein Niederschlag, nach dessen Absitzen die über ihm befindliche Flüssigkeit abgezogen wird; es werden mehrere Fällungen hintereinander in demselben Bottich gemacht, ehe man den Niederschlag auswäscht. Nach dem Auswaschen setzt man dem Niederschlage noch ein wenig von der salzsauren Knochenlösung zu, wie vorhin gesagt, um zu verhüten, daß dem phosphorsaurem Kalk kohlensaurer Kalk beigemengt bleibe.

Bei dieser Zersetzung der salzsauren Knochenlösung erhält man zwar direct phosphorsauren Kalk und Salmiaklösung; es ist jedoch vorzuziehen, den ersteren Weg einzuschlagen und zur Zersetzung des kohlensauren Ammoniaks das bei jenem Verfahren abfallende Chlorcalcium anzuwenden. Die salzsaure Knochenlösung ist nämlich sehr verdünnt, man erhält daher auch verdünnte Salmiaklösungen, welche durch Verdampfen concentrirt werden müssen. Wollte man vorher die salzsaure Knochenlösung abdampfen, so stößt man wegen der anzuwendenden Gefäße auf Schwierigkeiten. Dampft man dagegen die Salmiaklösung in eisernen Kesseln ab, so werden diese selbst bei neutraler Lösung angegriffen, es verflüchtigt sich Ammoniak und der Salmiak wird durch gelöstes Eisenoxydul verunreinigt.

Verwendet man aber das Chlorcalcium, welches man ebenfalls in verdünnter Lösung durch Fällen von salzsaurer Knochenlösung mit Kalkmilch erhält, so läßt sich das Abdampfen in eisernen Kesseln leicht bis zu jeder beliebigen Concentration ausführen. Man kann alsdann mit derselben die rohe Ammoniakflüssigkeit fällen; diese Fällung wird mit der erhitzten Flüssigkeit vorgenommen, oder unter Erhitzung beendigt, weil außerdem nicht aller Kalk gefällt wird. Die von dem kohlensauren Kalk getrennte Salmiaklösung wird in eisernen Kesseln eingedampft und zum Krystallisiren gebracht. — Der durch Versetzen der Flüssigkeit mit Kalkmilch ausgeschiedene Kalk ist mit organischer Substanz verunreinigt; um ihn davon zu befreien, glüht man ihn in einem Flammenofen, bis er vollkommen weiß ist. Er bleibt dabei pulverförmig und erscheint zur Phosphorfabrikation geeigneter als die gebrannten Knochen; auch enthält er keinen freien oder kohlensauren Kalk wie die Knochen;

man erspart deshalb bei seiner Zersetzung an Schwefelsäure. Die weitere Behandlung geschieht auf die gewöhnliche Art.

§. 56.

Technisch wichtige Eigenschaften des Phosphors.

Der gereinigte, unter Wasser aufbewahrte und vor der Einwirkung des Lichtes geschützte Phosphor, wie er in Stangen oder in Tropfenform im Handel sich findet, ist zuweilen vollkommen farblos und durchsichtig, gewöhnlich aber etwas gelblich gefärbt und durchscheinend. Sein spec. Gewicht = 1,83 bis 1,84. Bei mittlerer Temperatur ist der Stangenphosphor weich wie Wachs und zeigt auf der Schnittfläche Wachsglanz. In der Kälte ist er spröde. Er läßt sich nicht zu Pulver zerreiben, wol aber kann man ihn fein zertheilt erhalten, wenn man ihn unter Wasser schmilzt und dieß dann bis zum Erstarren des Phosphors schüttelt. Anstatt des Wassers wendet man zweckmäßiger Alkohol oder Harn oder eine wässrige Lösung von Harnstoff an. Der Phosphor schmilzt bei 44—45 ° und bleibt zuweilen, nachdem er geschmolzen wurde, beim langsamen Erkalten, namentlich unter alkalischer Flüssigkeit, längere Zeit flüssig, erstarrt aber dann beim Berühren mit festen Körpern plötzlich. Der Phosphor siedet bei 290 ° und verdampft schon merklich bei gewöhnlicher Temperatur (das Rauchen des Phosphors an der Luft rührt nicht, wie man früher glaubte, von der Bildung von phosphoriger Säure, sondern von der Bildung von salpetrigsaurem Ammoniak her, wie Schönbein neuerdings gezeigt hat). Der Phosphor löst sich in Form von Phosphordampf in sehr geringer Menge in Wasser, in Alkohol und Aether ist er sehr schwer löslich, leicht löslich in Schwefelkohlenstoff, Chlorschwefel und Phosphorchlorid; er löst sich auch, obwol in geringer Menge, in fetten und ätherischen Oelen. Bis auf 75° erhitzt, entzündet sich der Phosphor an der Luft, also auch bei der Reibung muß diese Temperatur erreicht werden, ehe eine Entzündung eintritt; der rothe oder amorphe Phosphor, der aus dem gewöhnlichen Phosphor durch längere Zeit fortgesetztes Erhitzen bis auf etwa 260 ° entsteht, entzündet sich durch Reibung nicht oder erst, nachdem er wieder in den gewöhnlichen Phosphor übergeführt worden ist, wozu eine Temperatur von ungefähr 300 ° gehört. Der Phosphor des Handels ist nie ganz rein, sondern enthält häufig kleine Mengen Schwefel, Arsen, von der zur Zersetzung der Knochenerde dienenden Schwefelsäure herrührend, und zuweilen auch, wie behauptet wird, etwas Calcium.

§. 57.

Der amorphe oder rothe Phosphor.

Im Jahre 1848 machte A. Schrötter in Wien die Entdeckung, daß die schon von Berzelius beobachtete Eigenschaft des gewöhnlichen Phosphors, unter der Einwirkung des Lichtes und unter anderen Verhältnissen, eine rothe Farbe anzunehmen, auf der Umwandlung des Phosphors in eine allotropische Modification beruhe, welche mit dem Namen des amorphen oder rothen Phosphors bezeichnet wurde. Es hat sich gezeigt, daß diese Umwandlung am leichtesten vor sich geht, wenn man den gewöhnlichen Phosphor bei Abschluß von Luft und Wasser längere Zeit auf etwa 250° erhitzt. Im Großen stellt man ihn in dem von A. Albright in Birmingham empfohlenen Apparate dar, welcher Fig. 8 im Durchschnitt abgebildet ist.[1])

Fig. 8.



a ist ein Gefäß von Glas oder Porcellan, welches ungefähr bis auf $^5/_6$ mit Phosphorstückchen angefüllt und bis auf 230 – 250° erhitzt wird. Das Gefäß a steht in einem Sandbad c, welches durch ein Metallbad d erwärmt wird. Das Gefäß a ist durch einen aufgeschraubten Deckel e verschlossen. Von dem Deckel führt ein mit einem Hahn g versehenes gebogenes Rohr F in ein Gefäß, welches Wasser oder Quecksilber (mit einer Schicht Wasser bedeckt) enthält. Durch dieses Rohr entweicht im Anfang des Erhitzens die über dem Phosphor in a befindliche Luft. Sobald dies geschehen, wird der Hahn g geschlossen und das Erhitzen fortgesetzt, bis der Phosphor vollständig in die amorphe Modification übergegangen ist. Die Zeit, welche zu dieser Umwandlung erforderlich ist, ist von den Umständen abhängig und nur durch die Erfahrung festzustellen.

Nach dem Erkalten des Apparats entfernt man den amorphen Phosphor aus dem Gefäß a, reibt ihn unter Wasser zu einem feinen Brei und

---

[1]) Die Fabrik in Birmingham ist die einzige noch, die sich mit der Darstellung des amorphen Phosphors im größeren Maßstabe befaßt. Der Verbrauch des amorphen Phosphors ist ein verschwindend kleiner.

entfernt nun den gewöhnlichen Phosphor, der stets in geringer Menge den amorphen verunreinigt, wie lange auch bei der Bereitung das Erhitzen fortgesetzt sein mochte. Man kann ihn zwar durch Behandeln mit Schwefelkohlenstoff davon befreien, allein dieses Mittel ist wegen der Gefahr einer Entzündung nur schwierig anzuwenden. — Nicklès schlägt nun eine Trennungsmethode vor, die im Wesentlichen darin besteht, daß man das Gemenge von amorphem und gewöhnlichem Phosphor mit einer Flüssigkeit schüttelt, deren spec. Gewicht geringer ist als das des amorphen Phosphors (2,106) und größer als das des gewöhnlichen Phosphors (1,77). Eine Chlorcalciumlösung von 38—40° B. kann hierzu benutzt werden. Der gewöhnliche Phosphor begiebt sich auf die Oberfläche und kann leicht durch etwas Schwefelkohlenstoff aufgenommen werden, so daß die Operation in einem verschlossenen Gefäße ausgeführt werden kann. Im Einzelnen ist das Verfahren folgendes: In den Kolben, in welchem die Umwandlung des gewöhnlichen Phosphors in amorphen Phosphor bewirkt ist, läßt man ein wenig Schwefelkohlenstoff fließen. Wenn die Phosphormasse sich nicht von der Kolbenwand ablöst, hält man den Kolben mit seinem Boden in lauwarmes Wasser, wobei die Phosphormasse ihren Zusammenhang verliert, was mit einem schwachen Geräusche verbunden ist. Hat der Phosphor sich von der Wand des Kolbens abgelöst, so gießt man die Chlorcalciumlösung in denselben, verschließt den Kolben und schüttelt. Nach 10 Minuten haben beide Flüssigkeiten sich von einander geschieden. Der amorphe Phosphor befindet sich dann am Boden des Kolbens, und auf der Chlorcalciumlösung schwimmt der mit dem gewöhnlichen Phosphor beladene Schwefelkohlenstoff, den man dann durch Decantiren davon trennt. Enthielt der amorphe Phosphor nicht mehr als ¹/₄ seines Gewichts gewöhnlichen Phosphor, so genügt diese Behandlung, besser ist es aber, nochmals Schwefelkohlenstoff einzugießen und zu schütteln, und wenn die beiden Phosphormodificationen etwa zu gleichen Theilen vorhanden waren, ist dies sogar nothwendig. Drei solche Waschungen sind immer hinreichend, den gewöhnlichen Phosphor gänzlich zu entfernen. Nachdem der Schwefelkohlenstoff das letzte Mal decantirt ist, gießt man die mit dem amorphen Phosphor gemengte Chlorcalciumlösung auf ein Tuch, auf welchem derselbe dann zurückbleibt. Er ist nun so rein, daß das Kochen mit Kalilauge, welches das gewöhnliche Verfahren verlangt, überflüssig ist. Die ganze Operation kann in einer halben Stunde ausgeführt werden, ist vollkommen sicher bezüglich der Vermeidung von Entzündungen, und verhütet fast ganz die Entstehung von Schwefelkohlenstoffdampf, welcher bekanntlich nicht ohne Nachtheil für die Gesundheit ist. Das Princip des hier beschriebenen Verfahrens läßt sich vielleicht auch noch in anderen Fällen anwenden.

Arbeitet man in großem Maßstabe, so ist nach den von Coignet angestellten Versuchen folgendes Verfahren das sicherste und vortheilhafteste, um amorphen Phosphor vom gewöhnlichen Phosphor zu befreien. Man kocht den pulverisirten amorphen Phosphor mit Aetznatronlauge, welche den gewöhnlichen Phosphor löst und ihn unter Entwicklung von Phosphorwasserstoffgas in lösliches unterphosphorigsaures Natron überführt. Das Sieden wird unter zeitweiliger Erneuerung der Natronlauge fortgesetzt, bis aller Geruch nach Phosphorwasserstoffgas aufgehört hat. Das zurückbleibende Pulver wird durch Waschen gereinigt und getrocknet.

Der rothe Phosphor bildet entweder, wenn er zerrieben worden ist, ein glanzloses, scharlachrothes bis dunkelcarmoisinrothes, zuweilen fast dunkelbraunes Pulver, welches beim Erhitzen vorübergehend dunkelviolett wird, oder er bildet eine röthlichbraune cohärente Masse, welche spröde, oft metallisch glänzend ist, einen muschligen Bruch besitzt und auf der Oberfläche mitunter fast eisenschwarz ist. Sein spec. Gew. = 2,1. Er löst sich nicht in Schwefelkohlenstoff und andern Lösungsmitteln des gewöhnlichen Phosphors, bleibt an der Luft unverändert, und läßt sich bis zum Siedepunkt des gewöhnlichen Phosphors (290°) erhitzt, wieder in letzteren überführen. Mit trockenem chromsauren Kali zusammengerieben, entzündet sich der rothe Phosphor, ohne zu explodiren. Mit Salpeter verbrennt er nicht beim bloßen Zusammenreiben, sondern erst beim Erwärmen ohne Geräusch. Mit chlorsaurem Kali verpufft er leicht und heftig. Mit Bleisuperoxyd verpufft er beim Zusammenreiben schwach, beim Erwärmen unter heftiger Explosion. Das Verhalten des rothen Phosphors gegen verschiedene Oxyde ließ erwarten, daß er mit Vortheil statt des gewöhnlichen Phosphors zur Zündmasse der Zündrequisiten werde angewendet werden können, wobei auch die Umstände, daß er nicht giftig ist, daß er bei gewöhnlicher Temperatur nicht verdampft und sich nicht oxydirt, und daß er nicht so brennbar ist, wie gewöhnlicher Phosphor, daher weniger gefährlicher beim Transport ist, zu Gunsten des amorphen Phosphors sprechen. Die Praxis der Zündrequisitenfabrikation hat sich aber in anderem Sinne ausgesprochen. Der amorphe Phosphor, der in den Jahren 1851—1856 in den Phosphorfabriken in größeren Mengen dargestellt worden war, ist längst wieder in gewöhnlichen Phosphor zurückgeführt worden, da die Nachfrage nach rothem Phosphor auf Null reducirt worden ist. Der Grund davon liegt nicht allein in dem höheren Preise des amorphen Phosphors, sondern eben in seinen Eigenschaften, die man gewöhnliche als werthvoll bezeichnet, die aber als werthverringernde sich erwiesen haben. Denn die Leichtentzündlichkeit des gewöhnlichen Phosphors, weit entfernt ein Uebelstand zu sein, ist gerade seine werthvollste Eigenschaft. Der gewöhn-

liche Phosphor entzündet sich bei 75°, die rothe Modification nicht oder vielmehr erst, nachdem sie wieder in die gewöhnliche übergegangen ist, was nur bei einer Temperatur von beiläufig 300° der Fall ist. Gewöhnlichen Phosphor in rothen überzuführen und ihn in letzterer Gestalt in der Zündholzfabrikation anwenden zu wollen, heißt den Phosphor seiner vorzüglichsten Eigenschaft berauben. Die Fabrikanten von Zündrequisiten streben aber nicht darnach, die Entzündlichkeit des Phosphors zu verringern, sondern durch feinste Zertheilung zu erhöhen. — Nach dem heutigen Stande der Dinge hat der amorphe Phosphor für die Industrie nicht die geringste Bedeutung.

Die Zündrequisiten.

§. 58.

Allgemeines und Geschichtliches.

Zur Geschichte der Feuerzeuge folgende Notizen. Wie die Schriftsteller der Alten erzählen, hat schon Prometheus Feuer aus harten Steinen zu gewinnen gewußt. Die Römer haben Epheu- und Lorbeerholz an einander gerieben und die glimmenden Holzspäne zum Anzünden dürren Laubes benutzt. Das schnelle Herumdrehen eines Holzstückes in einem zweiten durchlöcherten Holze, die Feuererzeugungsmethode der meisten nicht civilisirten Stämme, die unter anderen von Darwin und dem Prinzen von Neuwied[1]) näher beschrieben worden ist, wird häufig gegenwärtig noch von den Drechslern in Anwendung gebracht, um Holz oberflächlich zu verkohlen und dadurch zu verzieren. Unter den Römern zu Titus Zeiten war es üblich, die Spitze eines Schwefelstängelchens in vermodertes Holz zu stecken und so durch Reibung an Steinplatten Feuer zu erzeugen. Das 14. Jahrhundert kannte bereits den Gebrauch des Stahles, Feuersteines und Zunders oder Schwammes. Bis zum Jahre 1820 kannte man wol kaum ein anderes Feuerzeug als das genannte Trio, welchem das Schwefelholz als unzertrennlicher Begleiter beigesellt war. Im Jahre 1823 machte Döbereiner in Jena die Entdeckung, daß fein zertheiltes Platin (Platinschwamm) ein Gemisch von Wasserstoffgas und atmosphärischer Luft entzündet und gründete auf diese Erfahrung das elegante Feuerzeug, welches unter dem Namen der Döbereiner'schen Zündmaschine oder Wasserstofflampe bald in beifällige Aufnahme kam und selbst heutzutage noch vielfach angewendet wird. Obschon ohne directen Einfluß auf die Entwickelung des Zündholzes selbst, lenkte Döbereiner's Ent-

---

[1]) Darwin's Reisen (v. Dieffenbach), Bd. II p. 182; v. Neuwied, Reise nach Brasilien, Bd. II p. 18.

deckung nichtsdestoweniger die Aufmerksamkeit auf die Vervollkommnung der Feuerzeuge im Allgemeinen und hat in dieser Hinsicht wenigstens mittelbar zur Verbesserung der Zündhölzer wesentlich beigetragen.

Ein Feuerzeug, welches ebenfalls gegen das Jahr 1820 vorgeschlagen wurde und in der Geschichte der Industrie eine hohe Stelle zu beanspruchen hat, insofern es das erste war, welches auf die Entzündlichkeit des Phosphors sich gründete, obgleich es niemals in allgemeine Anwendung gekommen, ist folgendes: Man schmolz gleiche Gewichtstheile Schwefel und Phosphor in einer Glasröhre langsam und vorsichtig zusammen. Die Röhre wurde alsdann mit einem Korke verschlossen und in diesem Zustande aufbewahrt. Wollte man Feuer haben, so wurde der Kork entfernt und ein dünner Span in den Schwefelphosphor eingetaucht. Die kleine Menge, welche beim Herausziehen daran haftete, entzündete sich an der Luft und theilte die Flamme dem Holze mit. Diese Vorrichtung, die meines Wissens zuerst in Erfurt auftrat, ist jedoch fast ganz in Vergessenheit gerathen.

Eine wichtige Epoche in der Geschichte der Zündrequisiten bildet das chemische Feuerzeug, oder die Tauch- oder Tunkzündhölzchen, die bereits im Jahre 1812 in Wien fabricirt wurden (100 Stück Hölzchen kosteten damals 1 fl. W. W.); sie waren einfach Schwefelhölzchen, deren geschwefeltes Ende mit einer Mischung von Kalichlorat und Rohrzucker (und Zinnober als Farbe) überzogen war, die beim Benetzen mit concentrirter Schwefelsäure verpuffend, die Entzündung der darunterliegenden Schwefelschicht und diese wieder dem Holze mittheilte. Man bediente sich kleiner Gläser, welche mit concentrirter Schwefelsäure getränkten Asbest enthielten. Der Erfinder dieser Feuerzeuge, welche bis zum Jahre 1844 in Europa die allein üblichen waren, ist nicht bekannt. Auf dem nämlichen Principe beruhten die um das Jahr 1830 unter dem Namen „Prometheans" in England verbreiteten Zündpräparate. Ein Gemisch von Kalichlorat und Zucker war in ein dünnes Röllchen von Papier (ähnlich einer Cigarette) gefüllt, welches außerdem ein kleines auf beiden Seiten zugeschmolzenes Glasröhrchen mit Schwefelsäure enthielt. Indem man das Glasröhrchen zwischen zwei harten Körpern zerdrückte, kam die Schwefelsäure mit der Zündmasse in Berührung und bewirkte deren Entflammung. Das Zerdrücken geschah in der Regel in einer eigens zu diesem Zwecke mitverkauften Zange. Die Prometheans, welche wegen ihres hohen Preises niemals allgemeinen Eingang gefunden haben, bilden den Uebergang zu den Reibzündhölzchen, denn bei ihnen wird die Entzündung durch Friction wenigstens indirect vermittelt.

Die ersten wirklichen Reibzündhölzchen kamen unter dem Namen Congreve'sche Streichhölzer um's Jahr 1832 auf. Sie enthielten über dem

Schwefel einen Ueberzug von 1 Th. Kalichlorat und 2 Th. grauem Schwefelantimon mit einem geeigneten Bindemittel (Leim oder arabischem Gummi) aufgetragen. Sie entzündeten sich, indem man sie zwischen zwei Flächen von Sandpapier, welche mit den Fingern zusammengepreßt wurden, hindurchzog. Die Entflammung erforderte einen ziemlich starken Druck und nicht selten rieb sich das Zündpräparat von dem Hölzchen' ab und detonirte zwischen den rauhen Flächen, ohne das Holz zu entzünden. Es war also Raum genug für weitere Verbesserungen.

Es ist nicht mit Bestimmtheit zu ermitteln, wer zuerst die glückliche Idee hatte, für das Schwefelantimon den Phosphor zu substituiren. Gegen das Jahr 1833 sind die Phosphorzündhölzchen in verschiedenen Ländern gleichzeitig aufgetaucht. Preshel in Wien fertigte im genannten Jahre Phosphorzündhölzer und andere mit derselben Zündmasse versehene Zündapparate, als Zündschwamm, Cigarrenzünder u. dgl. Ziemlich um dieselbe Zeit wurden auch in Darmstadt von Moldenhauer Phosphorzündhölzer fabricirt. In Süddeutschland ist man geneigt, den Schwaben Kammerer (gestorben in Ludwigsburg 1857) für den Erfinder der phosphorhaltigen Zündrequisiten zu halten.[1]) In England schreibt man die Erfindung der „*Lucifer matches*" dem Chemiker John Walker[2]) in Stockton zu, wenigstens ist Faraday dieser Ansicht. Besaßen auch diese Zündmassen, die im Wesentlichen aus Kalichlorat und Phosphor bestanden, einen hohen Grad von Entzündlichkeit, so waren sie dagegen mit dem Uebelstand behaftet, bei der Entzündung häufig mit einer Art von Explosion zu verbrennen, wobei die brennende Masse herumgeschleudert wurde; auch war sowol ihre Darstellung, so wie ihr Transport keineswegs ohne Gefahr, weshalb in vielen deutschen Ländern ihre Fabrikation und ihr Gebrauch verboten wurde. Im Jahre 1835 wurde durch Trevany das Kalichlorat zum Theil durch eine Mischung von Mennige und Braunstein, im Jahre 1837 durch Preshel gänzlich durch das braune Bleisuperoxyd, oder nach Böttger's Vorschrift durch ein Gemenge von Mennige und Salpeter (oder auch Bleisuperoxyd und Bleisalpeter) ersetzt. Von dieser Zeit an datirt der große Aufschwung der Zündwaarenindustrie, die besonders in Oesterreich riesige Dimensionen angenommen hat.[3])

Im Laufe der Zeit erfuhren die Zündhölzchen noch weitere Verbesserun-

[1]) Vergl. meinen Jahresbericht 1858 p. 647.

[2]) Vergl. meinen Jahresbericht 1859 p. 704.

[3]) In Oesterreich werden (vergl. den österreichischen Specialkatalog der internationalen Ausstellung des Jahres 1862 p. 18) jährlich 15,000 Klafter Holz zu Holzdraht verarbeitet und daraus 150,000 Ctr. Zündhölzer erzeugt. Im Jahre 1860 wurden für 2,647,000 fl. Zündhölzer ausgeführt.

gen, so umging man den Schwefel, indem man die Enden der Hölzer mit Wachs, mit Stearinsäure oder Paraffin tränkte. Man überzog ferner die besseren (Salon-) Zündrequisiten mit reinem Lack, um sie nicht nur vor Feuchtigkeit zu schützen, sondern ihnen auch ein weit schöneres Ansehen zu verleihen. So ist es denn dahin gekommen, daß die Zündholzfabrikation der Gegenwart ein Produkt liefert, das technisch das denkbar vollkommenste ist, das überhaupt erreicht werden kann.

Bei aller Vorzüglichkeit der Phosphorzündhölzer besitzen dieselben jedoch Uebelstände, die aber, als in der giftigen Natur des Phosphors liegend, rein sanitätspolizeilicher Art sind. Einmal wirkt der Phosphor giftig durch seine Flüchtigkeit und hat in der ersten Zeit seiner Einführung in die Zündholzindustrie sichtbare Verheerungen unter den Arbeitern angerichtet, die aber in neuerer Zeit in Folge geeigneter Ventilation der Arbeitsräume nicht mehr wahrzunehmen sind. Trotz der bekannten Untersuchungen von E. von Bibra und Geist[1]) und der Beobachtungen Sievekings[2]) gebricht es zur Zeit noch an genügenden Erklärungen, denn die Krankheiten der Kinnlade, wie sie in den Zündholzfabriken vorkamen, fehlen vollständig in den Fabriken, wo der Phosphor erzeugt wird und wo die Arbeiter zuweilen solche Massen von Phosphordampf einathmen, daß im Dunkeln ihr Athem leuchtend erscheint!

In der zweiten Richtung ist der Phosphor giftig, indem er, schon in sehr kleiner Menge in den Organismus gebracht, tödtlich wirkt. Und in der That hat das letzte Jahrzehend eine auffallende Zunahme der Phosphorvergiftungen mit sich geführt. In dieser Eigenschaft des Phosphors concentriren sich alle Gründe, die gegen die Anwendung des Phosphors zur Zündholzfabrikation vorgebracht werden können.

Unter diesen Verhältnissen erschien die Entdeckung des rothen Phosphors als eine Form, in welcher mit Beibehaltung der Vorzüge des gewöhnlichen Phosphors etwa die Nachtheile, die mit seinem Gebrauche verbunden waren, ausgeschlossen sind, als eine Wohlthat für die Menschheit, welcher sich die Regierungen und Industriellen mit Enthusiasmus zuwandten. Von allen den sanguinischen Hoffnungen, die man auf die Anwendung des rothen Phosphors in der Zündholzfabrikation, sei es zur Darstellung der gewöhnlichen Zündhölzer, sei es zur Fabrikation der sogenannten Antiphosphorfeuerzeuge oder Zwitterzündhölzchen, gesetzt hatte, ist nicht eine realisirt worden. Der Grund davon ist ein so einfacher und doch ist er von vielen hervorragenden

[1]) E. v. Bibra und Geist, Die Krankheiten der Arbeiter in Phosphor-Zündholzfabriken, Erlangen 1847.

[2]) A. W. Hofmann's Bericht im amtl. Bericht über die Londoner Ausstellung des Jahres 1851; Berlin 1853, Bd. III p. 536.

Technikern und von vielen Behörden übersehen worden. Der Phosphor hat nämlich, indem er in rothen oder amorphen Phosphor übergeführt wird, für seine Anwendung in der Fabrikation der Zündrequisiten, aufgehört, Phosphor zu sein, er hat keine andere Function mehr in der Zündholzmasse als alle diejenigen Körper, die fähig sind, mit Oxydationsagentien zusammengerieben sich zu entzünden. Der rothe Phosphor ist doppelt so theuer als der gewöhnliche. Es widerspricht aber allen Gesetzen der Vernunft, in der Technik für ein Rohmaterial doppelt so viel zu zahlen, als für ein anderes, wenn es in seiner Wirkung und Leistung nur gleichwerthig ist, denn der gewöhnliche Phosphor und die rothe Modification wirken ja nur nach ihrem chemischen Aequivalent, das bei beiden gleich ist. Hierin liegt denn auch die Unmöglichkeit der polizeilichen Unterdrückung des gewöhnlichen Phosphors. Der Anwendung des amorphen Phosphors steht ein prinzipielles Hinderniß im Wege, das nicht wol besiegbar ist.

Die Frage nach einem Ersatzmittel für den Phosphor in der Zündmasse ist schon oft ventilirt, aber noch keineswegs erledigt worden, wir möchten diese Frage selbst als eine müssige bezeichnen. So anerkennenswerth und gutgemeint die Bestrebungen Wiederhold's u. A. um die Einführung phosphorfreier Zündrequisiten auch sind (von den Franzosen Canouil, Dalemagne, Coignet u. A. sprechen wir nicht, denn die französische Zündholzindustrie steht der deutschen, speciell der österreichischen, so weit nach, wie die Londoner Ausstellung des Jahres 1862 gezeigt hat, daß die Franzosen zur Zeit in der Frage noch kein entscheidendes Wort mitzureden haben), so werden sie doch erfolglos bleiben. Der gewöhnliche Phosphor hat sich nun einmal in der Zündholzindustrie das Bürgerrecht erworben und wir müssen ihn seiner lichtfreundlichen Eigenschaften halber hoch schätzen und seine Untugenden eben mit in Kauf nehmen.

§. 59.

Die Fabrikation der Reibzündhölzer.

Die Fabrikation der Reibzündhölzchen zerfällt in

1) die Herstellung der Hölzer,
2) die Bereitung der Zündmasse,
3) das Betupfen, Trocknen und Verpacken derselben.

1) Die Herstellung der Hölzer. Als Holz dient Tannen-, Fichten-, Aspen-, seltener Föhrenholz, zuweilen auch Buchenholz und Cedernholz. Die Zündhölzer sind entweder vierkantig (mit mehr oder minder ausgebildeten Seitenflächen) oder rund, im letzteren Falle sehr regelmäßig und glatt.

Die viereckigen stellt man am einfachsten, aber auch am wenigsten schön durch Zerspalten von würfelförmigen Holzklötzchen dar, welche die Länge eines einzelnen Hölzchen haben. Die Spaltmaschine wirkt entweder mittels eines einzigen Schneidemessers, welches sich an einem Hebel befindet und mit diesem auf- und niederbewegt wird, wobei nach jedem Schnitte der Holzwürfel um die Dicke eines Hölzchens fortgerückt, nach Vollendung einer Reihe paralleler Spaltungen aber die ganze dadurch entstandene Masse von Blättern zusammengefaßt und durch eine neue Reihe von Schnitten rechtwinklig gegen die ersten, in Stäbchen zertheilt wird. Oder man bringt mehrere Spaltmesser in fester Stellung an und bewegt das Holz gegen dieselben heran.

Das Spalten ist in Deutschland überall der von Stephan Romer[1]) in Wien gemachten Erfindung des Hobelns gewichen, wodurch mit Leichtigkeit zierlich geformte runde Stäbchen entstehen. Das Instrument ist eine Art Hobel, dessen Eisen von dem gewöhnlichen Hobel darin abweicht, daß es statt der Schärfe eine horizontale Umbiegung enthält, welche horizontal mit drei, vier oder fünf neben einander befindlichen Löchern durchbohrt ist und zwar so, daß die vorderen Ränder der Löcher zugeschärft sind. Es hat sich in der Praxis gezeigt, daß die Hobel mit nur drei Löchern die geeignetsten sind. Wird der Hobel mit einer gewissen Kraftanstrengung auf dem, der Breite des Hobeleisens entsprechenden schmalen Rande eines etwa 1 Meter langen Brettes von geradfasrigem astfreiem Tannenholz fortgeschoben, so dringt der Hobel in das Holz ein und es bilden sich so viele Stäbchen, als der Hobel Löcher enthält. Ist auf diese Weise eine Schicht Stäbchen gewonnen, so wird die Oberfläche des Brettes mit einem gewöhnlichen Hobel glatt gehobelt, hierauf wendet man wieder den Zündholzhobel an u. s. f. Zum Zerschneiden der Hölzer nach der Länge dient eine Maschine, aus einem schmalen etwa 6 Centimeter breiten Troge bestehend, der zum Hindurchlassen des Messers der Quere nach durchschnitten ist. In diesem Durchschnitt bewegt sich das an einem Hebel sitzende scharfe Messer auf und ab und wirkt nicht sowol schneidend als drückend. Ein geübter Arbeiter liefert in einem Tage 400,000 bis 450,000 Hölzchen. Das Aushobeln der Hölzchen ist häufig wieder ein abgesonderter Industriezweig geworden. Man fertigt in den Waldgegenden (so z. B. im bayerischen und böhmer Walde) dieselben in großen Quantitäten und liefert sie an die Zündholzfabriken, welche sich nur auf ihre Vollendung, Ausrüstung und Verpackung beschränken.

---

[1]) Nach C. Kohn (Verhandlungen des niederösterreichischen Gewerbevereins 1862 p. 314) ist Heinrich Weilhöfer, Modellschreiner an der Wiener Universität, der Erfinder des Zündholzhobels.

Anstatt mittels Handarbeit hat man die Anfertigung runder Hölzer auch mittels Maschinen ausgeführt. So construirte Pelletier in Paris schon um das Jahr 1820 eine Hobelmaschine von folgender Einrichtung: Auf einem Tische wird ein 36 Centimeter langer, 9 Centimeter breiter Hobel mittels Krummzapfen und Lenkstange vor- und rückwärts geschoben, wobei er über das unter ihm befindliche, von selbst sich zur gehörigen Höhe hebende Holzstück hingeht. Der Hobel enthält ein vertikal stehendes, unten mit 24 spitzigen, wie kleine Messer gespalteten Zähnen versehenes Eisen; hinter diesem aber ein breites gewöhnliches Hobeleisen. Auf jeden Hobelstoß macht das erste Eisen 24 parallele Schnitte in die Holzfläche, und das nachkommende zweite stößt ein Blättchen von bestimmter Dicke ab, welches vermöge jener Schnitte ohne Weiteres in schmale Streifen oder Blättchen zerfällt. Auf größere quantitative Leistungen berechnet ist die Maschine von Cochot (1830). Hier werden auf der äußeren Peripherie eines eisernen Rades von 1 Meter Durchmesser dreißig Holzklötze von der Länge eines Zündhölzchens befestigt; bei der Umdrehung des Rades geht ein Klotz nach dem anderen an einer mit Stahlklingen besetzten kleinen Walze vorüber, welche — wie bei der vorhergehenden Maschine das gezahnte Hobeleisen — die parallelen Schnitte macht; unmittelbar darauf schneidet eine unbewegliche gerade Messingklinge ein Blättchen von dem Holze ab, welches bereits in Stäbchen zertheilt erscheint. Einige Aehnlichkeit damit, was die Wirkungsweise anlangt, hat die Maschine von Jeunot, die im Jahre 1840 in Frankreich patentirt wurde.

Nach dem Principe des Handhobels construirte Neukrantz in Berlin im Jahre 1845 eine Maschine, bei welcher 16 bis 20 Hölzchen zugleich entstehen, indem mittels eines Schlittens das Holz unter den festliegenden Röhrcheneisen durchgezogen wird. Eine interessante Anwendung dieses Mittels hat aber Krutzsch zu Wünschendorf im Königreich Sachsen (1848) gemacht, indem er eine Stahlplatte benutzte, welche mit einer großen Anzahl (gegen 400) möglichst dicht beisammenstehenden kleinen Löchern durchbohrt ist. Ein Holzstück wird durch eine starke Presse in der Richtung seiner Fasern gegen diese Platte gedrückt, deren Löcher an dieser Seite scharfrandig sind; dann schließlich mittels eines Zangenapparates hindurchgezogen, und so in runde Stäbchen zertheilt. Ein Holzstab von 3 Centimeter Breite und Dicke giebt 400 Stäbchen, welche aus 1 Meter Länge jeder 15 Zündhölzchen liefern. Die Erzeugung der 6000 Stück dauert etwa zwei Minuten. — Eine andere Maschine von Andree u. Co. in Magdeburg wirkt mehr hobelartig, in der Weise aber, daß drei hinter einander befestigte, also nach einander zur Wirkung kommende Eisen die runden Stäbchen hervorbringen, indem das vordere nur vorarbeitet, das zweite die eine Hälfte, das dritte die andere

Hälfte des Cylinders erzeugt. Eine Maschine vom Mechanikus C. Leitherer in Bamberg (1851), welche nach Art der Handarbeit mit röhrenförmigem Hobeleisen wirkt, und Fallhobelmaschine genannt worden ist, besteht aus einem horizontalen Kasten, in welchem die zugerichteten Blöcke des Rohholzes stehend, d. h. mit vertikaler Richtung der Fasern eingesetzt werden, und worin sie nach jedem Hobelstoß um die Dicke eines Zündhölzchens durch einen Mechanismus vorgeschoben werden; vor diesem Kasten befindet sich ein vertikales Gestell, in welchem der Fallhobel sich auf- und ab bewegt. Ein Schwungrad, welches mittelst Riemen an den Wellbaum eines Mühlrades angehängt wird, bewerkstelligt die gleichförmige Wirkung der Maschine. Der Fallhobel besteht aus vier Stoßeisen, deren jedes 8 oder 10 Röhrchen enthält. Jede Minute erfolgen bei mäßigem Gange 45 Fallstöße und dadurch 810—830 Hölzchen mit 45 Fehlspänen (Zündspänen).

§. 60.

2) Die Bereitung der Zündmasse geschieht auf folgende Weise: Der Leim oder das Senegalgummi, überhaupt das Bindemittel, wird mit einer kleinen Menge Wasser bis zur Consistenz eines dünnen Syrups aufgelöst, bis auf 50° erwärmt und dann der Phosphor nach und nach eingerührt und mit dem Rühren fortgefahren, bis aller Phosphor zu einer weißen salbenähnlichen Emulsion vertheilt ist. Zu dieser Masse setzt man hierauf die übrigen, vorher fein geriebenen Zusätze unter sorgfältigem Umrühren. Zur Erzeugung einer guten Zündmasse ist es unerläßlich, daß der Phosphor in der rechten Menge vorhanden sei. Zu viel Phosphor ist eben so nachtheilig als eine zu geringe Quantität. Abgesehen von dem Umstande, daß ein zu großer Phosphorgehalt die Zündmasse unnöthig vertheuert, macht er sie auch in einzelnen Fällen zum Entzünden des Schwefel- oder Stearinüberzuges und folglich auch des Hölzchens untauglich, da die durch die Verbrennung des Phosphors sich bildende Phosphorsäure sich an den zu entzündenden Theilchen absetzt und diese mit einem zarten glasartigen Ueberzuge bedeckt, welcher genau so wie eine Wasserglasschicht das Ausbrechen in Flammen verhindert. Das beste Verhältniß scheint $^{1}/_{10}$ bis $^{1}/_{12}$ Phosphor zu sein, vorausgesetzt, daß man die Masse auf die gewöhnliche Art durch Schmelzen des Phosphors in Leimlösung u. dergl. darstellt.

Eine weit geringere Quantität Phosphor ist jedoch zur Erzielung einer zweckentsprechenden Zündmasse ausreichend, wenn man den Phosphor in Schwefelkohlenstoff gelöst der Mischung zusetzt, wobei der Schwefelkohlenstoff seiner großen Flüchtigkeit wegen bald verdunstet und den Phosphor im höchst fein zertheilten Zustande zurückläßt. Bei der Leichtlöslichkeit des Phosphors

in Schwefelkohlenstoff und dem billigen Preise des letzteren ist die von Wagner im Jahre 1855 eingeführte Anwendung des Schwefelkohlenstoffs selbst dann noch möglich, wenn man die Dämpfe des Schwefelkohlenstoffs verloren giebt. Mit der Benutzung der Lösung des Phosphors in Schwefelkohlenstoff ist außerdem noch der Vortheil verbunden, daß man kalt arbeiten kann, indem man die Lösung einfach in die Mischung der übrigen Materialien einzurühren braucht. Daß die Anwendung der Schwefelkohlenstofflösung wegen ihrer Feuergefährlichkeit und des vielleicht nachtheiligen Einflusses der Schwefelkohlenstoffdämpfe auf die Gesundheit der Arbeiter die größte Vorsicht erheischt, ist selbstverständlich. C. Puscher hat (1860) auf die vortheilhafte Verwendbarkeit des Schwefelphosphors und zwar des Phosphorsulfuretes P_2 S statt des reinen Phosphors bei den Zündmassen aufmerksam gemacht. Er hat Zündmassen mit 3,5 Proc. Phosphorsulfuret bereitet und damit tadellose Zündhölzer erhalten.

Von den Metalloxyden, welche man der Zündmasse zusetzt, giebt man gegenwärtig einem Gemenge von braunem Bleisuperoxyd mit Salpeter, oder einem Gemenge von ersterem mit salpetersaurem Bleioxyd, durch Verreiben der Mennige mit Salpetersäure in der Wärme und Liegenlassen der Masse durch mehrere Wochen erhalten, den Vorzug. Als Bindemittel wendet man, wie bereits oben gesagt, Leim, Gummi oder auch Dextrin an; ersterer sollte beseitigt werden, weil er meist nur verkohlt und die vollständige Verbrennung der Masse verhindert. Vielleicht ließe sich eine geeignete verdünnte Collodiumlösung, vielleicht auch ein Gemenge von Sandarakpulver und einem ähnlichen Harze mit Benzol als Bindemittel verwenden.

Als Beispiele der Zusammensetzung der Zündmassen mögen folgende Vorschriften angeführt werden.

I.

Phosphor	1,5 Th.	
Senegalgummi	3,0 „	
Kienruß	0,3 „	
Mennige	5,0 „	Das Gemisch beider eingetrocknet.
Salpetersäure von 40 ° B.	2,0 „	

II.

Phosphor	8,0 Th.	in der nöthigen Menge Schwefelkohlenstoff gelöst,
Leim	21,0 „	
Bleisuperoxyd	24,0 „	
Kalisalpeter	24,0 „	

III.

Phosphor	3,0 Th.
Senegalgummi	3,0 „
Bleisuperoxyd	2,0 „
feiner Sand und Smalte	2,0 „

Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß die Zündmasse noch vielfacher Verbesserungen fähig ist.

§. 61.

3) **Das Betupfen und Trocknen der Hölzchen.** Um die Hölzchen an dem einen Ende mit Schwefel und mit der Zündmasse überziehen zu können, müssen sie in hinreichender Entfernung von einander befestigt sein. Hierzu dienen kleine Bretter von etwa 0,3 Meter Länge und 10 Centimeter Breite, deren obere Seite der Quere nach mit 50 rinnenförmigen Vertiefungen versehen ist von solcher Breite und Tiefe, daß gerade ein Hölzchen hineingeht (Fig. 9). Eine Arbeiterin legt in jede Furche des Brettes ein Hölzchen, legt dann ein zweites Brettchen darauf, dessen untere Seite zum Festhalten der Hölzchen zwei aufgeleimte Flanellstreifen enthält, dessen obere Seite aber wieder zur Aufnahme einer neuen Reihe Hölzchen gefurcht ist. Um den so

Fig. 9.

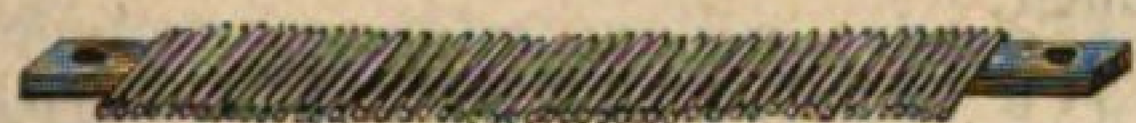


Fig. 10.

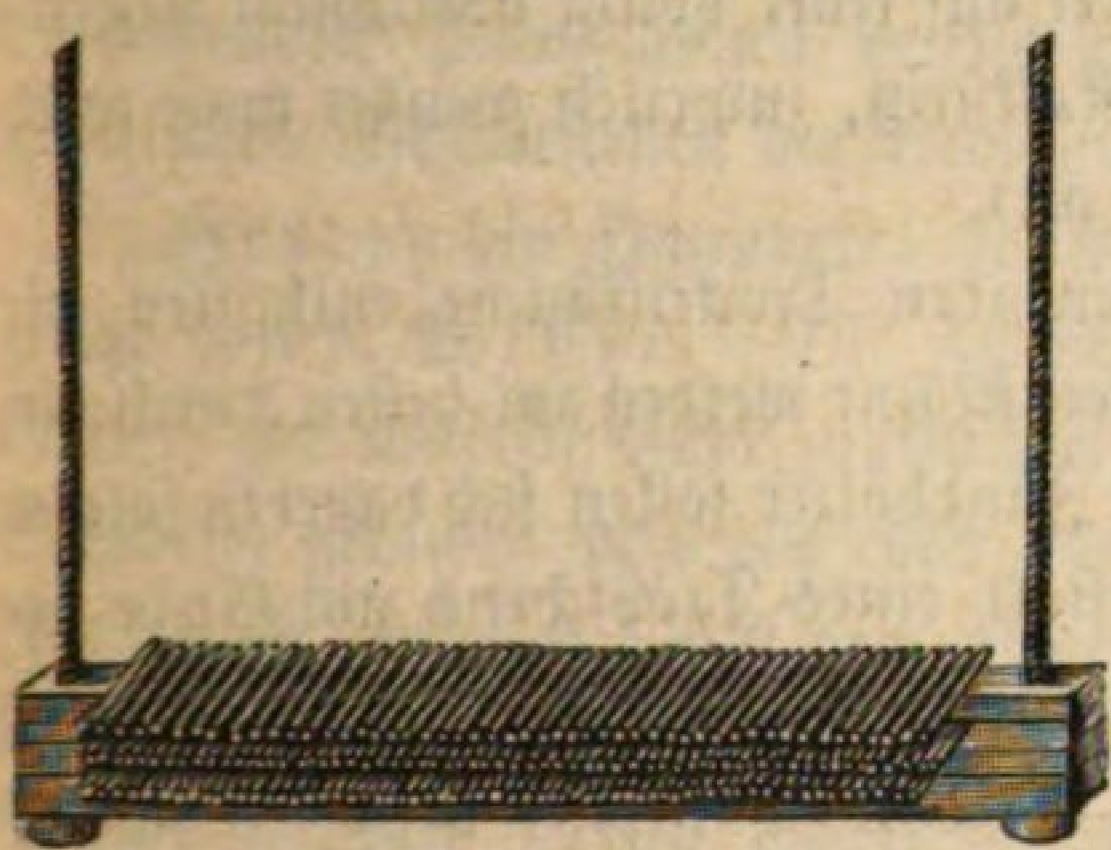
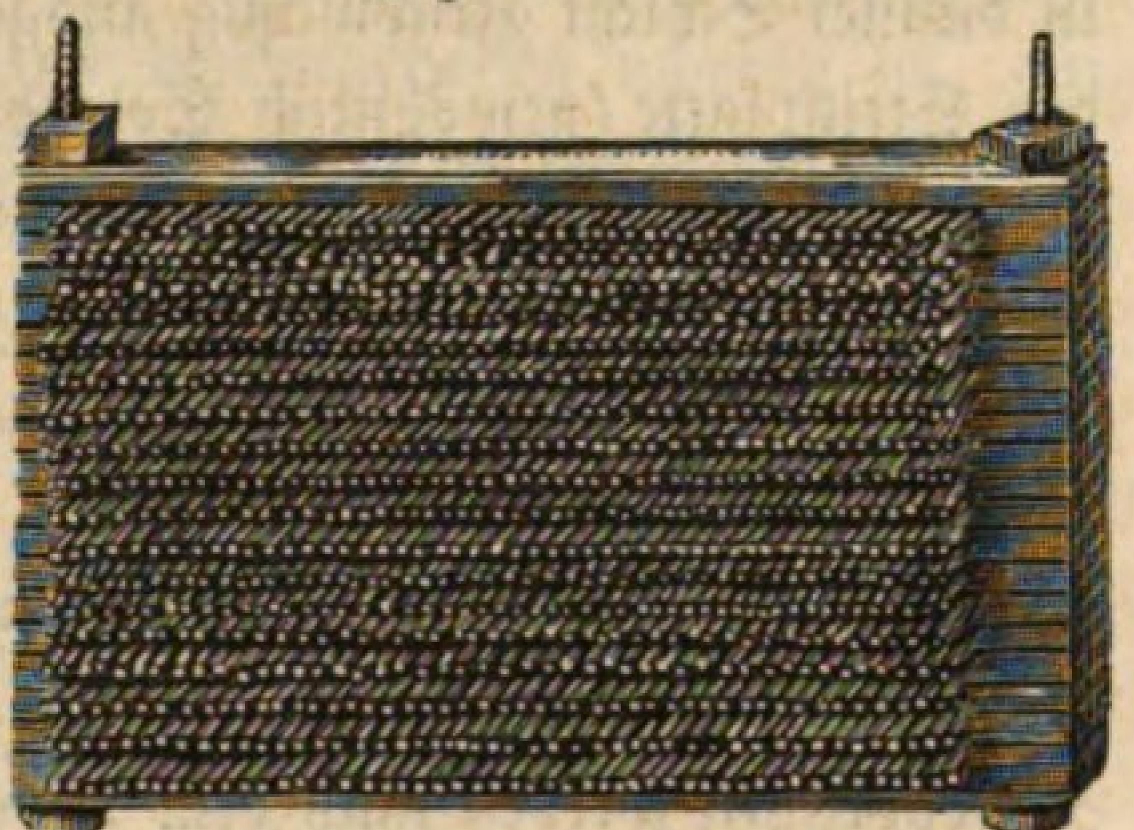


Fig. 11.



entstehenden Stapel zusammenzuhalten, haben die Brettchen nahe an jedem Ende ein rundes Loch; durch die Löcher schiebt man Stangen, die an dem obern Ende Schraubengewinde enthalten. Man schraubt die Brettchen fest, sobald 20—25 derselben übereinander gelagert sind, nachdem die vorderen Enden der Hölzchen durch Aufstoßen auf eine grade Fläche in eine Ebene gebracht sind (vrgl. Fig. 10 und 11). Eine Arbeiterin steckt, je nachdem sie mehr oder minder geübt ist, täglich in 10 Arbeitsstunden 15 bis 25 Rahmen oder Pressen, wovon jeder Rahmen 2500 Hölzchen enthält. Neuerdings hat man sich bemüht, die Arbeit des Hölzchensteckens mittelst Maschinen verrichten zu lassen. Mit der von **D. Walch** in Paris (1861) construirten Maschine steckt ein Knabe in einer Tagesarbeit von 10 Stunden 500,000 bis 600,000

Zündhölzchen. Die Beschreibung der Maschine ist bis jetzt (November 1862) noch nicht veröffentlicht.

Der zum Schwefeln der Hölzer bestimmte Schwefel wird in einem flachen vierseitigen Kasten, in dessen Mitte, möglichst horizontal, ein völlig ebener Stein liegt, durch ein gelindes Feuer flüssig erhalten. Man bringt so viel Schwefel in den Kasten, daß der flüssige Schwefel fortwährend etwa 1 Centimeter hoch die Platte bedeckt, in welchen man die Enden sämmtlicher in einen Rahmen eingespannter Hölzchen eintaucht, so daß sie auf den Stein aufstoßen, und schleudert, nach dem Herausnehmen, den Ueberschuß des anhängenden Schwefels in den Kasten zurück.

Bei feineren Hölzchen ersetzt man den Schwefel durch Stearinsäure oder Paraffin, welche jedoch nicht, wie der Schwefel, die Oberfläche bedecken, sondern das Holz ganz durchtränken soll. Zu dem Ende taucht man die scharf getrockneten Hölzchen in die geschmolzene und stark erhitzte Fettmasse und läßt ihnen dabei die nöthige Zeit, sich zu erwärmen und das Fett durch Capillarität aufzusaugen.

Das Auftragen der Zündmasse (Betupfen) geschieht auf dieselbe Weise wie die des Schwefels, nur befindet sich die Phosphormischung in dünner Schicht gleichmäßig ausgebreitet auf einer völlig horizontal liegenden Steinplatte (gewöhnlich Solenhofer Kalkstein, zuweilen wendet man auch mattgeschliffene Spiegelglastafeln hierzu an).

Die zum Trocknen der Hölzer dienenden Trockenräume enthalten die zum Aufhängen der Rahmen nöthigen Gerüste und werden am besten durch ein System von Dampfröhren geheizt. Die Zündhölzer sollen sich dabei in solcher vertikaler Lage befinden, daß die in Gestalt eines Tröpfchens am Ende befindliche Masse herabhängt. — Die geruchlosen (Salon- oder Irishölzchen) Zündhölzchen werden nach dem Trocknen der Zündmasse mit gefärbten Harzlösungen überstrichen und nicht selten zuletzt mit Collodiumlösung überzogen.

§. 62.

Die Antiphosphorfeuerzeuge.

Die sogenannten Antiphosphorfeuerzeuge sind im Jahre 1848 von Böttger in Frankfurt a. M. erfunden und dann von Fürth in Schüttenhofen, Lundström in Jönköping (Schweden), Coignet in Paris (unter dem Namen Allumettes hygiéniques et de sureté au phosphore amorphe) und endlich von de Villiers und Dalemagne in Paris (unter der Benennung Allumettes androgynes oder Zwitterzündhölzchen) industriell ausgebeutet worden. Sie bestehen 1) aus Zündhölzchen, deren Zündmasse

keinen Phosphor enthält, sondern nur in einer mit einem Bindemittel angemachten Mischung von Schwefelantimon und Kalichlorat besteht, und 2) aus amorphem Phosphor, welcher unter Zusatz eines rauhen, die Reibung vergrößernden Körpers mit Leim gemengt auf Pappe oder Holz, oder wie bei den Pariser Zwitterzündhölzchen an das entgegengesetzte Ende des Zündhölzchens befestigt ist. Die Zündhölzchen entzünden sich durch Reibung an jener Reibfläche sehr leicht, aber nicht an andern rauhen Flächen, weshalb sie der Gefahr zufälliger Entzündung nicht unterliegen. So sinnreich nun die Antiphosphorfeuerzeuge auch sind, so hat es denselben doch nicht gelingen wollen, die gewöhnlichen Streichhölzer zu verdrängen. Der Grund davon liegt ziemlich nahe. Einmal ist das Hölzchen für sich nicht im Stande, Feuer zu erzeugen, es gehört dazu die präparirte Streichfläche, die, wie sich gezeigt hat, nach kurzem Gebrauche durch die Phosphorsäure, welche sich während des Reibens bildet, feucht und dadurch gänzlich unbrauchbar wird. Bei der Benutzung von 100 Hölzchen wird man im günstigsten Falle zwei, meistens aber mehr als zwei Reibflächen verwenden müssen, abgesehen von dem Umstande, daß eine nicht geringe Anzahl von Hölzchen sich nicht entzündet. Auf der andern Seite zeigt die Anwendung des amorphen Phosphors, wie in den vorstehenden Paragraphen bereits genügend hervorgehoben worden ist, ein gänzliches Mißverstehen der Bedingungen der Fabrikation der Zündrequisiten.

Heeren (in Hannover) berichtete kürzlich über neu erfundene Feuerzeuge von v. Weyhe. Die Zündhölzer, in Gestalt dünner, etwa $^1/_3$ Zoll breiter, am unteren Ende zugespitzter Tannenholzspäne sind an der Spitze in Schwefel getaucht und mit einer, den Antiphosphor-Reibzündern ähnlichen Zündmasse versehen. Auf dem Boden einer Holzbüchse wird ein etwa $^3/_4$ Zoll breiter spiralförmig gewundener Holzspan oder auch ein Streif von starkem Papier befestigt, dessen oberer Rand etwa 1 Linie dick mit einer Mischung von amorphem Phosphor, Salpeter, Braunstein und Schwefelantimon bestrichen ist. Innerhalb der Windungen dieses spiralförmig fest aufgewundenen, an den Boden der Büchse angeleimten Holzspanes sind die Spitzen der Zündhölzer dergestalt eingelegt, daß die Zündmasse, welche eine tropfenförmige Verdickung bildet, sich ein wenig unterhalb des Zündrandes, mithin mit der Reibfläche in keiner Berührung befindet. Die Zündhölzer sitzen demnach in der Büchse fest und erfordern zum Herausziehen eine ziemliche Kraftanstrengung. So wie dieß der Fall ist und die Zündmasse an der benachbarten schmalen Reibfläche sich reibt, findet die Entzündung statt, und es bedarf daher, um Feuer zu haben, nichts weiter als ein Zündhölzchen fest anzufassen und aus der Büchse zu ziehen. Heeren nennt diese Zündzeuge einen bedeutenden Fortschritt im Gebiete der Streichzündapparate. Wir sind

anderer Ansicht und glauben, daß die Weyhe'schen Zündzeuge eben so schnell der Vergessenheit anheimfallen werden, wie alle übrigen Zündrequisiten, die rothen Phosphor enthalten, anstatt des gewöhnlichen Phosphors, der nun einmal nicht zu ersetzen ist.

Von den Reibzündhölzchen, die keinen Phosphor enthalten und auch keiner phosphorhaltigen Zündfläche bedürfen, sind zu erwähnen die aus der Fabrik von Kummer und Günther in Königswalde bei Annaberg in Sachsen, deren Masse nach einer Analyse von Wiederhold aus

chlorsaurem Kali	8	Theilen,
grauem Schwefelantimon	8	„
oxydirter Mennige	8	„
Senegalgummi	1	„

besteht. Oxydirte Mennige ist ein variables Gemisch von Bleisuperoxyd, salpetersaurem Bleioxyd und unzersetzter Mennige. Die von Wiederhold in Cassel im Jahre 1861 vorgeschlagene Zündmasse, welche in ihrer Leistungsfähigkeit „den Phosphorzündmassen mindestens gleichsteht", ist zusammengesetzt aus

chlorsaurem Kali	7,8	Theilen.
unterschwefligsaurem Bleioxyd	2,6	„
arabischem Gummi	1,0	„

Unter allen bis jetzt bekannten phosphorfreien Zündmassen ist die Wiederhold'sche Masse die vorzüglichste.

§. 63.

Die Reibzündkerzchen.

Die Reibzündkerzchen haben statt des Holzes einen dünnen Wachsstock, welcher in der Weise angefertigt wird, daß man mehrere, etwa vier Baumwollfäden neben einander liegend durch eine geschmolzene Mischung von 2 Th. Stearinsäure und 1 Th. Wachs oder Paraffin zieht und hierauf, sobald die Masse erstarrt, jedoch noch warm ist, durch ein Zieheisen führt, das die überschüssige Masse abstreift. Mittelst einer Schneidemaschine werden alle Kerzchen in bestimmte Längen geschnitten, mit der entzündlichen Masse versehen und in Schächtelchen gebracht.

Die von Zulzer construirte Maschine zum Abschneiden der Kerzen und zugleich zum Einspannen hat folgende Einrichtung. Die Dochte werden auf eine Trommel aufgewickelt, von hier durch zwei gefurchte Speisewalzen fortgezogen und durch entsprechende Furchen in einem Brette fortgeführt. Diese Walzen und Leitfurchen haben die Bestimmung, die Enden der Dochte in

entsprechende Löcher einer beweglichen, vertikal aufgestellten Platte einzuführen, die mit einem Messerapparate in Verbindung steht, um die Kerzen, sobald sie bis zur gehörigen Länge durch die Löcher gegangen sind, abzuschneiden. Da sich das Messer an der Seite des Eintrittes befindet, so bleiben nach erfolgtem Schnitt die Kerzen mit einem kleinen Theile ihrer Länge in den Löchern sitzen. Eine mechanische Vorrichtung hebt nun die Platte so weit, daß eine zweite Löcherreihe vor die Leitfurchen kommt, und sich mit Kerzen füllt. Ist auf diese Weise die ganze Platte gefüllt, so ersetzt man sie durch eine andere, während die gefüllten Platten sofort in die Zündmasse getaucht und in den Trockenraum gebracht werden.

Die
Verarbeitung des Kautschuk und der Guttapercha.[1])

Das Kautschuk.

§. 64.

Das Kautschuk (elastisches Gummi, Federharz, caoutchouc, *India rubber*) ist der beim Eintrocknen gewisser milchiger Pflanzensäfte verbleibende Rückstand. Ein dem Kautschuk ähnlicher Körper findet sich in vielen einheimischen Pflanzen, so in der Rinde und den Beeren von Viscum album, in dem Milchsafte des Mohnes, des Lattichs, der Eichorie u. s. w., allein nur in geringer Quantität und durch das Vorhandensein anderer Stoffe in seinen Eigenschaften verändert. Die großen Massen des Kautschuks, welche gegenwärtig die Technik verarbeitet, stammen zum größten Theile aus der Familie der Urticeen, z. B. Ficus elastica L., der Apocyneen, z. B. Urceola elastica Roxb. und der Euphorbiaceen, z. B. Siphonia elastica Pers., und zwar liefert die erstgenannte Pflanze das ostindische, die zweite das sumatranische und die dritte das amerikanische oder Para-Kautschuk. Die größte Menge Kautschuk kommt aus den Waldungen Südamerikas, welche von Kautschukbäumen wimmeln. Auch Ostindien liefert gegenwärtig erstaunliche Mengen Kautschuk und so billig, daß es bereits angefangen hat, das aus Südamerika kommende zu verdrängen, das seiner besseren Qualität

[1]) Literatur. Die Literatur über die Verarbeitung des elastischen und des plastischen Gummi, durchweg den letzten fünfzehn Jahren angehörig, ist äußerst zerstreut. Als Quellen seien folgende angeführt: Amtl. Bericht über die Industrieausstellung aller Völker zu London im Jahre 1851, Berlin 1852, Bd. II p. 686—707; Amtl. Bericht über die allgem. Pariser Ausstellung im Jahre 1855, Berlin 1856 p. 263—271; Wagners Jahresbericht 1855 (p. 365—376); 1856 (p. 367—369); 1857 (p. 425—429); 1858 (p. 540 bis 544); 1859 (p. 584—590); 1860 (p. 539—543); 1861 (p. 637—640). — Die Berichte über die internationale Ausstellung in London im Jahre 1862 stellen viel Interessantes und Neues über Kautschuk in Aussicht.

wegen nur noch zu feineren Kautschukarbeiten Verwendung findet. Das aus Afrika seit einigen Jahren in den Handel kommende Kautschuk ist noch von geringer Güte und wird wenig verwendet. Das amerikanische Kautschuk wird besonders in Neu-Granada (Cartagena), Venezuela und den nördlichen Provinzen Brasiliens Rio negro und Para gewonnen; die Gewinnungsweise besteht darin, daß man Einschnitte in die Bäume macht, ursprünglich pflegte man die Stämme niederzuhauen und allen Milchsaft möglichst vollständig daraus zu gewinnen, es ergab sich aber bald, daß, abgesehen von der größeren Arbeit, die Ausbeute eine weit geringere war. Der aus den Einschnitten fließende Saft ist gelblichweiß oder graugelb, von Rahmconsistenz und enthält bis 50 Proc. fester Substanz (worunter 28—40 Proc. Kautschuk). Das zum Eintrocknen angewendete Verfahren ist verschieden: häufig sammelt man den Saft in flachen viereckigen Kästen oder Erdgruben und läßt ihn darin austrocknen; da er aber mindestens 8—14 Tage Zeit in Anspruch nimmt, um in den sogenannten Gummispeck überzugehen, welcher dann noch in Schichten zertheilt und gepocht werden muß, um darin enthaltene Feuchtigkeit und Luft auszutreiben, so hat man dieses Verfahren längst verlassen. In der Regel streicht man den Saft auf hohle lufttrockene, nicht gebrannte Körper von Thon, die später gebrochen oder in Wasser geweicht als Schlamm aus der Kautschukhülle entfernt werden; da das Auftragen des Kautschuksaftes auf die Thonform in 40 bis 100 Lagen nach und nach geschieht und jeder Anstrich über Feuer möglichst rasch getrocknet wird, so erhält das Kautschuk bei dieser Behandlungsweise die bekannte dunkle Farbe. In neuerer Zeit bestreicht man die Formen nicht mit dem Saft, sondern taucht sie in denselben und erhält auf diese Weise mittelst birnenförmigen Thonformen die bekannten eng- und kurzhalsigen Kautschukflaschen, welche bei 3 bis 15 Centimeter Durchmesser eine Wanddicke von etwa 6 Centimeter haben. Die Flaschen, welche unter dem Namen Negerschädel (têtes de nègre) im Handel vorkommen, werden auf ähnliche Weise durch Eintauchen erhalten, so wie dieselben aber eine Wanddicke von 3—5 Millimeter angenommen haben, entfernt man den Thon durch Aufweichen in Wasser, und füllt die Flaschen mit dem übrig gebliebenen, theils durch die Sonne, theils durch Feuer coagulirten Safte an; ihr Inhalt besteht mithin aus einem Gemenge von Kautschuk, Rindenstücken, Thon, Sand und Wasser. Lange Zeit hindurch kamen aus Amerika Kautschukschuhe, die auch durch Eintauchen von schuhleistenähnlichen Thonformen in den Kautschuksaft erhalten worden waren; die Schuhe haben jedoch in Europa wenig Anklang gefunden, weil man es in Neu-Granada nicht verstand, ihnen eine gefällige Form zu geben.

Das Kautschuk aus Para bildet gewöhnlich Flaschen, das aus Neu-

Granada dagegen große, etwa 40—60 Kilogramm schwere Klumpen. Das aus Ostindien, besonders von Java, Assam, Singapore und Pennang, kommende und von Ficus elastica gewonnene Kautschuk kommt in unregelmäßigen Blöcken vor, aus zusammengekneteten dunklen und hellen Partien bestehend, und häufig Rinden- und Holzstücke und Steine einschließend. Jede Anzapfung eines Baumes in Ostindien liefert gegen 20 — 25 Kilogr. weißen Saft; 20,000 Bäume geben folglich gegen 420,000 Kilogr. Milchsaft und gegen 200,000 Kilogr. Kautschuk. Wirken auf den Kautschuksaft während des Trocknens intensive Sonnenstrahlen ein, so zersetzt sich zuweilen das Kautschuk und nimmt eine theerartige Beschaffenheit an, wie man sie nicht selten an dem aus Afrika eingeführten Kautschuk wahrnimmt. — Für die Bereitung des rohen Kautschuks an Ort und Stelle ist die Beobachtung wichtig, daß ein Zusatz von Alaun die Abscheidung des Kautschuks aus dem Safte befördert und Ammoniak sie aufhält. In San Salvador (Centralamerika) wird seit einigen Jahren die Gewinnung von Kautschuk mit Hülfe von Alaun und zwar zum Vortheil für die Qualität der Ware vorgenommen.

§. 65.

Technisch wichtige Eigenschaften des Kautschuk.

Für seine Verarbeitung sind folgende Eigenschaften von Wichtigkeit: Bei gewöhnlicher Temperatur ist es weich, sehr biegsam und beim Biegen, Ausdehnen und Zusammendrücken in so hohem Grade elastisch, daß man ihm den Namen elastisches Gummi oder Federharz beigelegt hat. Die Elasticität verliert sich, wenn das Kautschuk einer Temperatur ausgesetzt wird, die dem Gefrierpunkte des Wassers nahe kommt; es wird bei niederer Temperatur steif und hart. In siedendem Wasser oder auf andere Weise behutsam bis auf etwa 100° erwärmt, nimmt seine Weichheit und Geschmeidigkeit zu, so daß es äußerst stark ausgedehnt werden kann, ohne zu zerreißen; erkaltet es im ausgedehnten Zustande, so zieht es sich zusammen, jedoch nicht bis auf sein anfängliches Volumen; in Folge dieser für die Verarbeitung des Kautschuks wichtigen Eigenschaft lassen sich die im Handel vorkommenden Kautschukflaschen zu großen Ballons aufblasen, oder ein kurzer dicker Streifen zu einem äußerst langen und feinen Faden ausziehen. Wird die warm ausgedehnte und im ausgedehnten Zustande erkaltete Kautschukmasse nochmals erwärmt, so findet ein bedeutendes Zurückgehen auf das ursprüngliche Volumen statt. Dicke Kautschukstücke setzen dem Zerschneiden mit Messer und Scheere große Hindernisse entgegen, mit einem naß gemachten Messer geht dagegen das Zerschneiden des Kautschuks mit Leichtigkeit vor sich und man kann auf diese Weise einen Block in dünne glatte Blätter zerschneiden. Wie all-

gemein bekannt, adhäriren frische Schnittflächen aneinander und stellen durch Zusammendrücken oder besser noch durch Hämmern ein Ganzes dar. Bis auf 100° oder 110° erwärmte Kautschukstücke lassen sich durch Kneten und Pressen zu einer compacten Masse vereinigen, die jedoch nicht so elastisch ist wie das natürliche Kautschuk. Im erwärmten Zustande läßt sich das Kautschuk mit Schwefel und anderen Körpern organischer wie mineralischer Natur zusammenkneten, wodurch es in seinen Eigenschaften wesentlich verändert und in vulkanisirtes und hornisirtes Kautschuk, von welchen unten die Rede ist, übergeführt wird. Sein spec. Gewicht = 0,96. Bei 200° C. schmilzt es, unter Entwickelung eines eigenthümlich widerlichen Geruches, zu einer dicken klebrigen Flüssigkeit, aus welcher das Kautschuk nicht wieder hergestellt werden kann, bei höherer Temperatur destillirt ein Oel, das Kautschuköl, über, welches ein Gemenge mehrerer Kohlenwasserstoffe ist. In Wasser und Weingeist ist das Kautschuk ganz unlöslich, in Steinöl und Aether quillt es auf und löst sich zum Theil; ätherische Oele wie Terpentinöl bewirken keine eigentliche Lösung, sondern nur ein starkes Aufquellen und nach dem Verflüchtigen des ätherischen Oeles bleibt das Kautschuk zwar im elastischen Zustande zurück, doch behält es in Folge beigemengten Harzes längere Zeit eine klebrige Oberfläche und besitzt wenig Festigkeit. Am besten löst es sich in sogenanntem Benzol (aus Theer- oder Schieferöl destillirt), in Kautschuköl, in Chloroform und Schwefelkohlenstoff; aus den Lösungen der beiden letzteren hinterbleibt es nach dem Verdunsten der Lösungsmittel unverändert in seinen Eigenschaften, namentlich völlig geruchlos, während der penetrante Geruch des Steinkohlentheeröles dem daraus abgeschiedenen Kautschuk noch lange anhängt. Wird dem Schwefelkohlenstoff eine kleine Menge Alkohol beigemengt, so wirkt er nicht mehr auflösend auf Kautschuk, dagegen bewirkt er eine solche Aufschwellung und Erweichung des Kautschuks, daß es in diesem Zustande leicht vulkanisirt und gut verarbeitet werden kann.

§. 66.

Anwendung und Verarbeitung des Kautschuk.

Den Eingeborenen in Mexico, Centralamerika und dem nördlichen Theile von Südamerika war das Kautschuk seit langer Zeit bekannt, die letzteren besonders verfertigten daraus Fußbekleidungen, Trinkgeschirre, Fackeln u. dgl., in Europa aber hatte man von dem Kautschuk vor der Mitte des 18. Jahrhunderts nur sehr dürftige Nachrichten, obgleich einzelne Stücke davon als Curiositäten nach Europa gelangten. Der französische Gelehrte Ch. M. de Condamine, welcher in den Jahren 1736—1745 Peru und Brasilien bereiste, sandte aus Südamerika zuerst eine größere Menge Kautschuk an

die Academie des sciences zu Paris und gab später genauere Nachricht über Abstammung und Zubereitung des Kautschuks in einer Arbeit, welche im Jahre 1755 veröffentlicht wurde. Im Jahre 1751 erhielt die Akademie durch Fresneau, so wie 1768 durch Macquer weitere Nachrichten über die Kautschukbäume und deren Verbreitung, welche Aublet du Petit-Thouars weiter vervollständigte. Zwar kam das Kautschuk bald in den Handel, aber für lange Jahre diente es einzig zum Ausreiben von Bleistiftstrichen, weshalb es auch noch heute die Engländer *India rubber* (indischer Reiber) nennen. Mit der Zeit lernte man aus den werthvollen Eigenschaften des Kautschuks weiteren Nutzen ziehen. 1790 verwendete man es bereits zur Anfertigung dehnbarer Binden, auch verstand man schon, es zu erweichen und wasserdichte Gewebe daraus herzustellen. 1791 fertigte Grassart Röhren von Kautschuk, indem er frischgeschnittene Stücke schraubenartig um einen Dorn wickelte; 1820 zog Stadler das Kautschuk zu feinen Fäden aus, die übersponnen und zur Anfertigung elastischer Gewebe verwendet wurden, Reithofer in Wien verarbeitete zuerst diese Fäden zu elastischen Bändern, insbesondere zu Schnürsenkeln an Corsetten. Bald darauf brachte Makintosh die nach ihm benannten wasserdichten Ueberkleider auf den Markt, welche jedoch bald wieder verschwanden. 1837 erfand Nickels in England und gleichzeitig auch Chaffee aus Roxburgh in Nordamerika die Bildung großer Kautschukmassen durch Kneten, 1839 Fonrobert und Pruckner die Fabrikation des Wollmosaik auf mit Kautschuk grundirten Zeugen. Trotz der schon erlangten Resultate stand der weiteren Entwickelung der Kautschukindustrie die Unbeständigkeit der aus Kautschuk hergestellten Gegenstände und deren unangenehmer Geruch entgegen; in der Kälte und durch langes Liegen wird das Kautschuk hart, während es durch Wärme und Bewegung wieder zu sehr erweicht. Diese Uebelstände hemmten die Entwickelung der neuen Industrie, bis es 1832 Lüdersdorff in Berlin gelang, durch das sogenannte Vulkanisiren diese Uebelstände zu beseitigen. Bald darauf, ich glaube es war im Jahre 1839, bemächtigte sich Ch. Goodyear aus Newhaven in Connecticut mit Energie der neuen Erfindung, führte das vulkanisirte Kautschuk in die Industrie ein und schuf dadurch zunächst in der Union die großartige Kautschukindustrie, welche er später nach England und Frankreich verpflanzte.

Zur Beschreibung der Verarbeitung des Kautschuk übergehend, sei vor Allem bemerkt, daß das Kautschuk in sechs verschiedenen Zuständen zur Bildung der Kautschukwaaren Anwendung findet, nämlich: 1) als natürlicher Kautschuksaft, 2) als rohes Kautschuk, 3) als gereinigtes und durch Pressen zu compacter Masse vereinigtes Kautschuk, 4) in Auflösung, 5) als vulkanisirtes und 6) als hornisirtes Kautschuk.

§. 67.

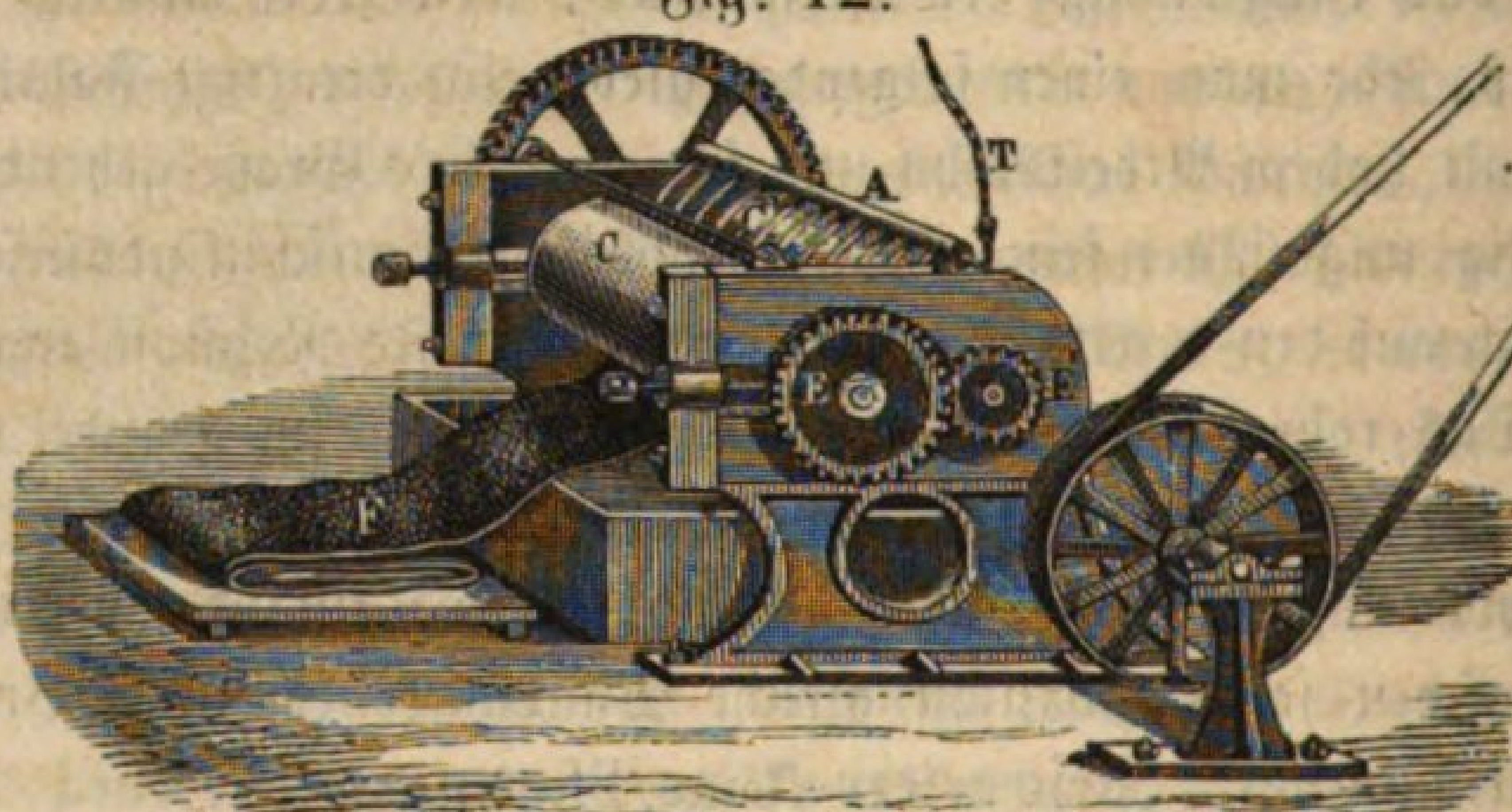
1. Der natürliche Kautschuksaft könnte durch schichtenweises Aufstreichen auf Formen und Modelle in der Kautschukindustrie zur Herstellung zahlreicher Gegenstände dienen, allein der rohe Milchsaft gelangt nur selten und in kleinen Partien nach Europa, was wohl in dem Mangel an den erforderlichen Gefäßen, in den größeren Transportkosten und in dem Umstande seinen Grund haben mag, daß der Saft leicht verdirbt, wobei sich das Kautschuk zusammenballt und von der Flüssigkeit trennt. Armstrong giebt zwar an, daß man den Kautschuksaft längere Zeit dadurch conserviren könne, daß man ihn mit 6 Proc. Ammoniakflüssigkeit versetzt und in eine Blechflasche hermetisch einschließt. Allein selbst angenommen, der Milchsaft würde unverändert und zu billigerem Preise der Kautschukindustrie überliefert, so würde doch durch das Langwierige des Verfahrens, weil jeder Anstrich getrocknet werden muß, ehe man einen folgenden giebt, eine derartige Fabrikation für Gegenden mit hohem Arbeitslohn und für einen in's Große gehendeu Fabrikbetrieb völlig ungeeignet sein. Die europäische Kautschukindustrie ist daher ausschließlich auf den bereits eingetrockneten Saft als Rohstoff angewiesen.

2. Das rohe Kautschuk, das in Flaschenform im Handel sich findet, kann ohne Weiteres zu verschiedenen Zwecken verarbeitet werden, wenn die Schichten oder Lagen der Flaschen überall fest mit einander verbunden sind und die Flaschen selbst möglichst gleiche Wandstärke besitzen. Im letzteren Falle erhält man durch Zerschneiden kleine Platten, welche durch Pressen im erwärmten Zustande flach gemacht werden. Große und dünne Platten stellt man dar, indem man die Kautschukflaschen durch Einblasen von erwärmter Luft mittelst eines Gebläses oder einer Druckpumpe ausdehnt, einige Tage aufgeblasen hängen läßt, hierauf aufschneidet und die Theile im erwärmten Zustande durch Ziehen und Pressen ebnet. Ehedem schnitt man aus diesen Platten Streifen und Fäden mittelst der Scheere aus freier Hand; um Fäden von hinreichender Länge zu gewinnen, wurde hierbei der Schnitt nach einer Spirallinie ausgeführt. Später benutzte man das weit förderndere Verfahren, die aus den rohen Kautschukflaschen durch Aufschneiden und Pressen erhaltenen dickeren Platten mit Hülfe von Maschinen zu zertheilen. Die Kautschukplatte wird nämlich auf einer Maschine, die wesentlich aus einem scharfen, scheibenförmigen Messer besteht, nach einer Spirallinie zu einem langen Band zerschnitten, das die Plattendicke zur Breite hat; hierauf wird das Band unter einer zweiten Maschine zwischen zwei cannellirten stählernen Walzen in so viel Streifen oder Fäden zerschnitten, als es seine Breite erlaubt.

§. 68.

3. Durch die oben beschriebene Behandlungsweise der Kautschukflaschen erhält man so einfache und in Bezug auf die Dimensionen so beschränkte Gestalten, daß diese für die bei weitem größere Zahl der aus Kautschuk herstellbaren Gegenstände nicht hinreicht. Da ferner die Flaschen häufig ungleiche Wandstärke haben, die einzelnen Schichten und Lagen, aus denen die Flaschen bestehen, getrennt sind, im Innern (wie namentlich die oben erwähnten Negerschädel) häufig Thon, Sand und Rinden- und Holzstücke enthalten, so mußte man ein Bearbeitungsverfahren erdenken, wodurch nicht nur eine Vereinigung des Kautschuks zu großen Massen, sondern auch eine vorhergehende vollständige Reinigung ermöglicht war. Das Reinigen des Kautschuks (déchiquetage) geschieht in einer besonderen Maschine, der Reinigungsmaschine (machine à déchiqueter le caoutchouc), welche Fig. 12 abgebildet ist.

Fig. 12.



Man zerschneidet das in heißem Wasser aufgeweichte rohe Kautschuk in Stücke und bringt dieselben zwischen zwei rauhe gußeiserne Walzen C C′, welche mit ungleicher Geschwindigkeit sich umdrehen, während das Rohr T ununterbrochen einen Wasserstrahl zuführt; in Folge der ungleichen Geschwindigkeit der Walzen wird das Kautschuk ausgedehnt, zerrissen und dann zu einer dünnen Platte F ausgewalzt, wobei die Unreinigkeiten abgespült werden, welche das Wasser aus dem Rohr A sofort weggespült. Nachdem es 5 bis 6 Mal durch die Cylinder gegangen ist, erscheint das gereinigte Kautschuk als ein 1,3 Meter langes und 0,3 Meter breites dünnes Blatt von dem Ansehen des Chagrins und mit unzähligen kleinen Löchern versehen; es wird auf einem Bindfadennetz ausgebreitet getrocknet.

Die weitere Verbreitung des Kautschuks geht nun entweder nach dem älteren Systeme in der Knetmühle, oder nach dem neueren Verfahren zwischen Walzen vor sich.

Die von Nickels im Jahre 1837 construirte Knetmühle (an die in den Brotfabriken von Disdier eingeführte Knetmaschine — vergl. Bd. III

p. 119 — erinnernd), von welcher Fig. 13 den Quer= und Fig. 14 den Längendurchschnitt zeigt, besteht aus einem mit vielen vorspringenden Daumen versehenen eisernen Cylinder und einem diesen Cylinder umschließenden (zuweilen, aber nicht immer, ebenfalls mit Daumen besetzten) trommelartigen Gehäuse. Der innere Raum communicirt mit einem Dampfrohr, um, wenn nöthig, die Wirkung durch äußere Erwärmung zu befördern. 15 bis 25 Kilogr. des gereinigten Kautschuks werden nun in dem Knetapparat bei etwa 100 Umgängen der gezahnten Walze in der Minute durchgearbeitet — zusammengeballt, geknetet und gerollt, wobei dasselbe sich bis zu 80—100° erwärmt und

Fig. 13.

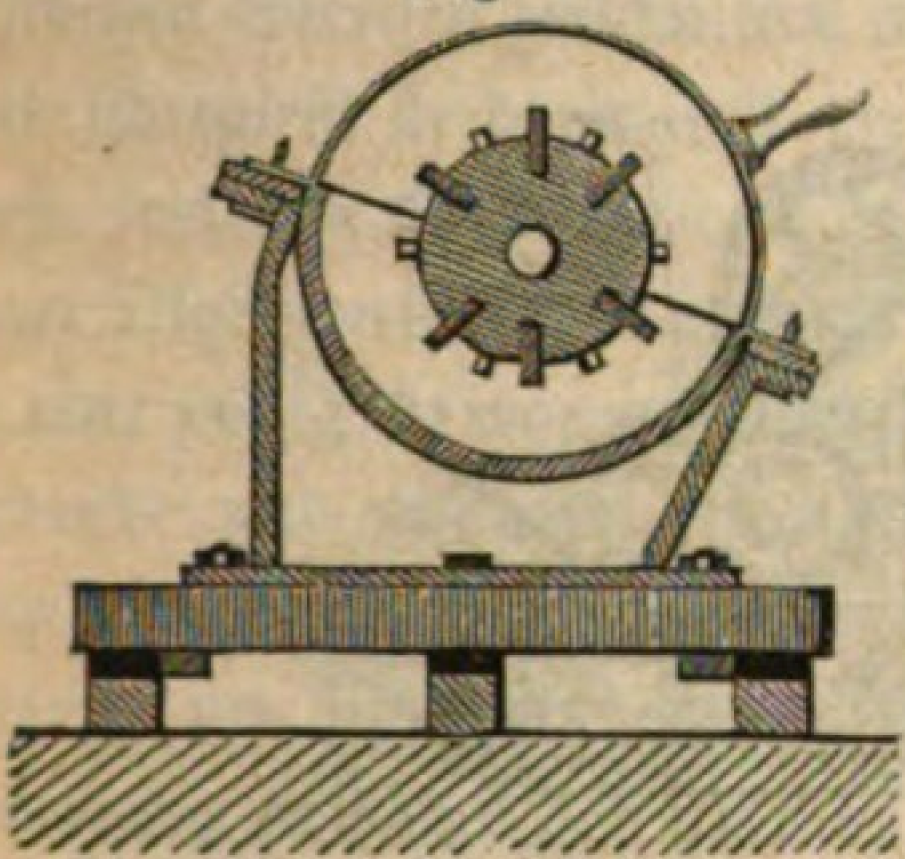
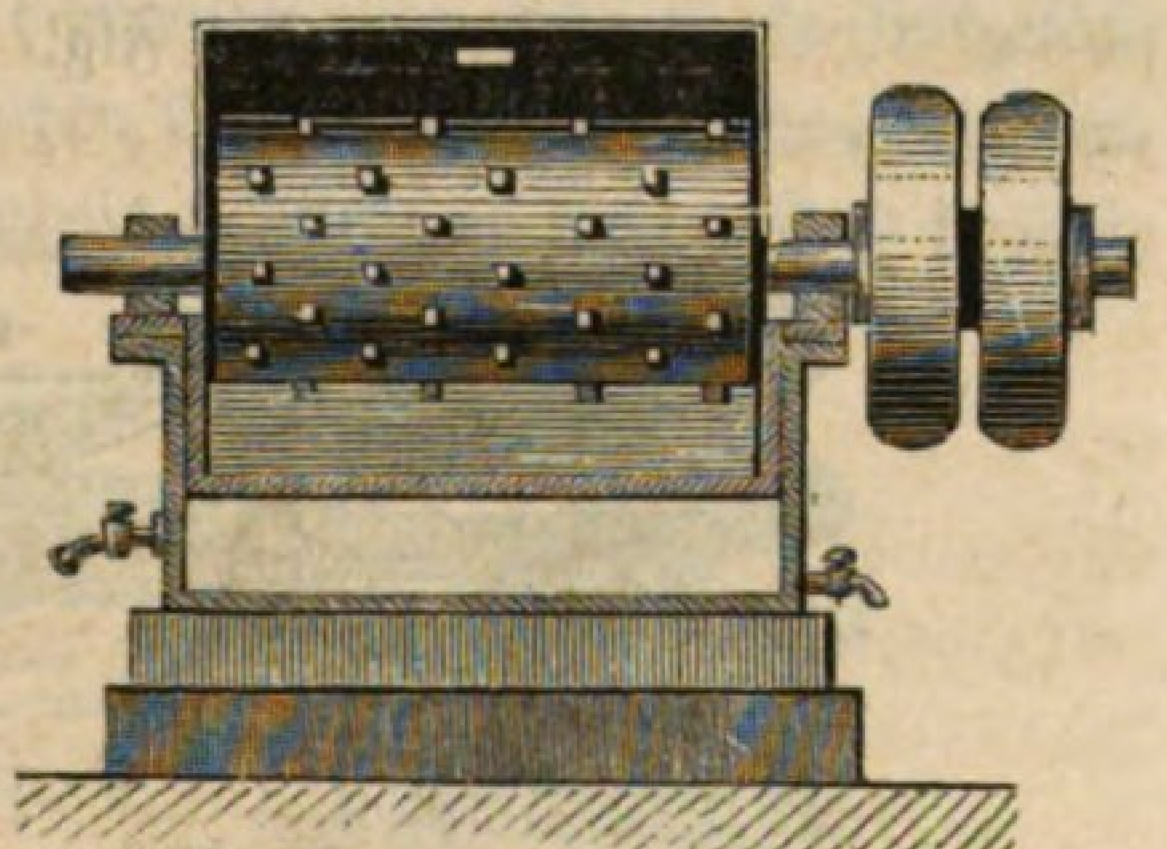


Fig. 14.



zuletzt sich zu einem cylindrischen Klumpen von gleichmäßiger Beschaffenheit vereinigt, welcher noch heiß zwischen kalten Eisenplatten gepreßt und bis zum völligen Erkalten in der Presse gelassen wird. —

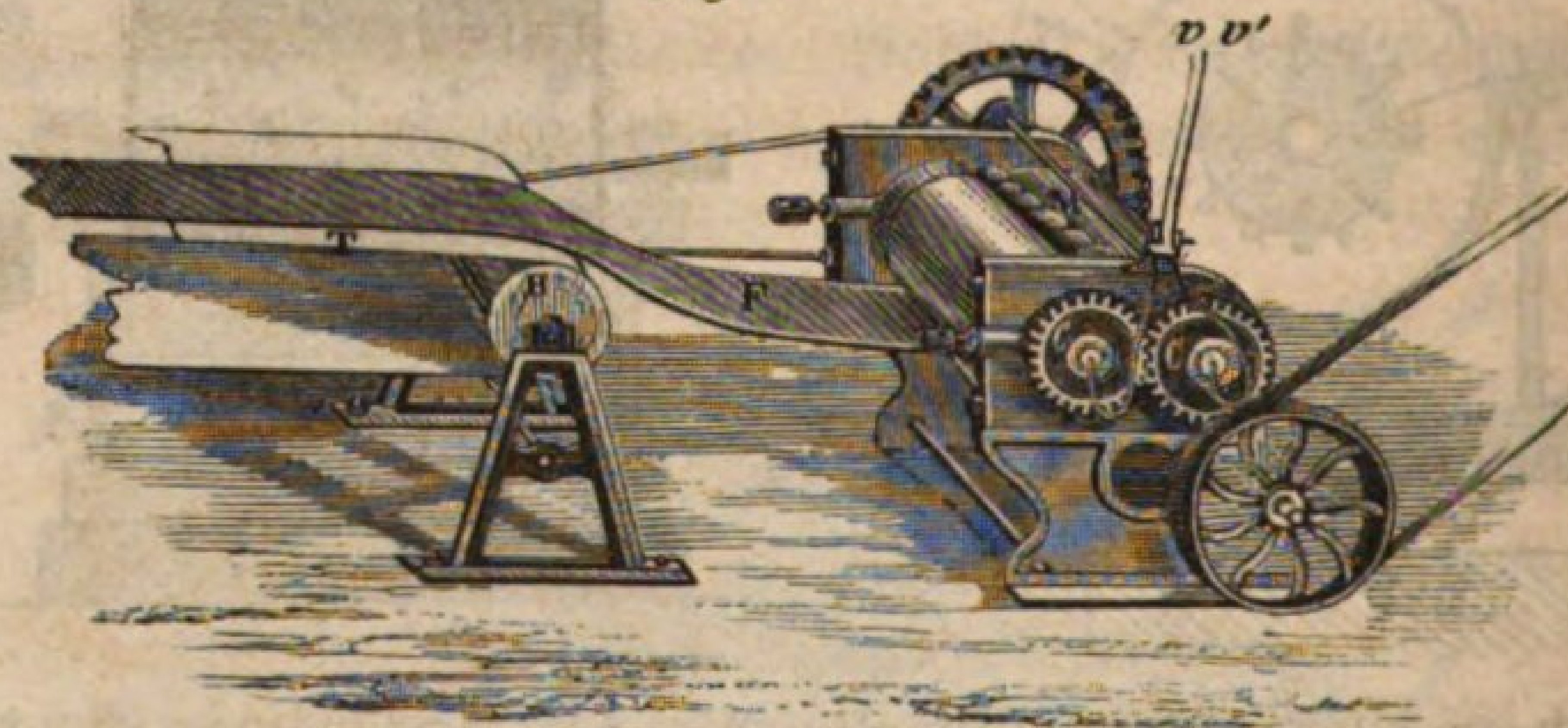
Die Knetmühle hat im Laufe der Zeit Abänderungen mannichfacher Art erfahren, die aber um so eher übergangen werden können, als die Knetmaschine bei der Verarbeitung des Kautschuks nur noch wenig Verwendung findet. — Daß der Knetapparat auch beim Vulkanisiren Anwendung finden kann, bedarf kaum der Erwähnung.

Seitdem die Kautschukindustrie großartige Dimensionen angenommen, ist die Methode des Walzens an die Stelle des Knetverfahrens getreten; sie bedarf nicht nur eines geringeren Kraftaufwandes, sondern giebt auch ein weit sicheres Resultat, indem der Arbeiter das Kautschuk sieht und beobachtet und eine Ueberhitzung desselben nicht so leicht zu befürchten ist. Da jedoch das Walzen hauptsächlich eine vorbereitende Operation für das Vulkanisiren ist, so wird die Beschreibung des Walzens erst später erfolgen.

Aus diesem gereinigten Kautschuk werden Tafeln und Fäden hergestellt. Um Platten oder Tafeln herzustellen, zertheilt man die Kautschukkuchen auf einer Maschine, deren wesentlicher Theil eine scharfe gerade Messerklinge ist, welche ähnlich dem Sägeblatt einer horizontalen Sägemaschine hin= und hergezogen und dabei naß erhalten wird. Es geschehen gegen 400 Schnitte

in einer Minute, auf jeden Schnitt rückt der Kautschukkuchen um etwa 1 Millimeter gegen das Messer vor, so daß folglich in einer Minute eine Dicke von 24 — 30 Centimeter in durchschnitten wird. Die Schnittflächen der so erhaltenen Tafeln sind durch ein gestreiftes Ansehen charakterisirt. Das im Handel Form quadratischer Stücke vorkommende Patentreibgummi zeigt diese Schnittspuren. Auch durch Auswalzen stellt man aus dem Kautschukkuchen Platten dar, wobei man den Kautschukkuchen gerade so behandelt, wie ein Stück Metall beim Blechwalzen. Indem nämlich das auszuwalzende Kautschuk M (Fig. 15) zwischen zwei eisernen hohlen Cylindern, welche durch mittelst des Rohres v v′ zugeführten Wasserdampfes

Fig. 15.



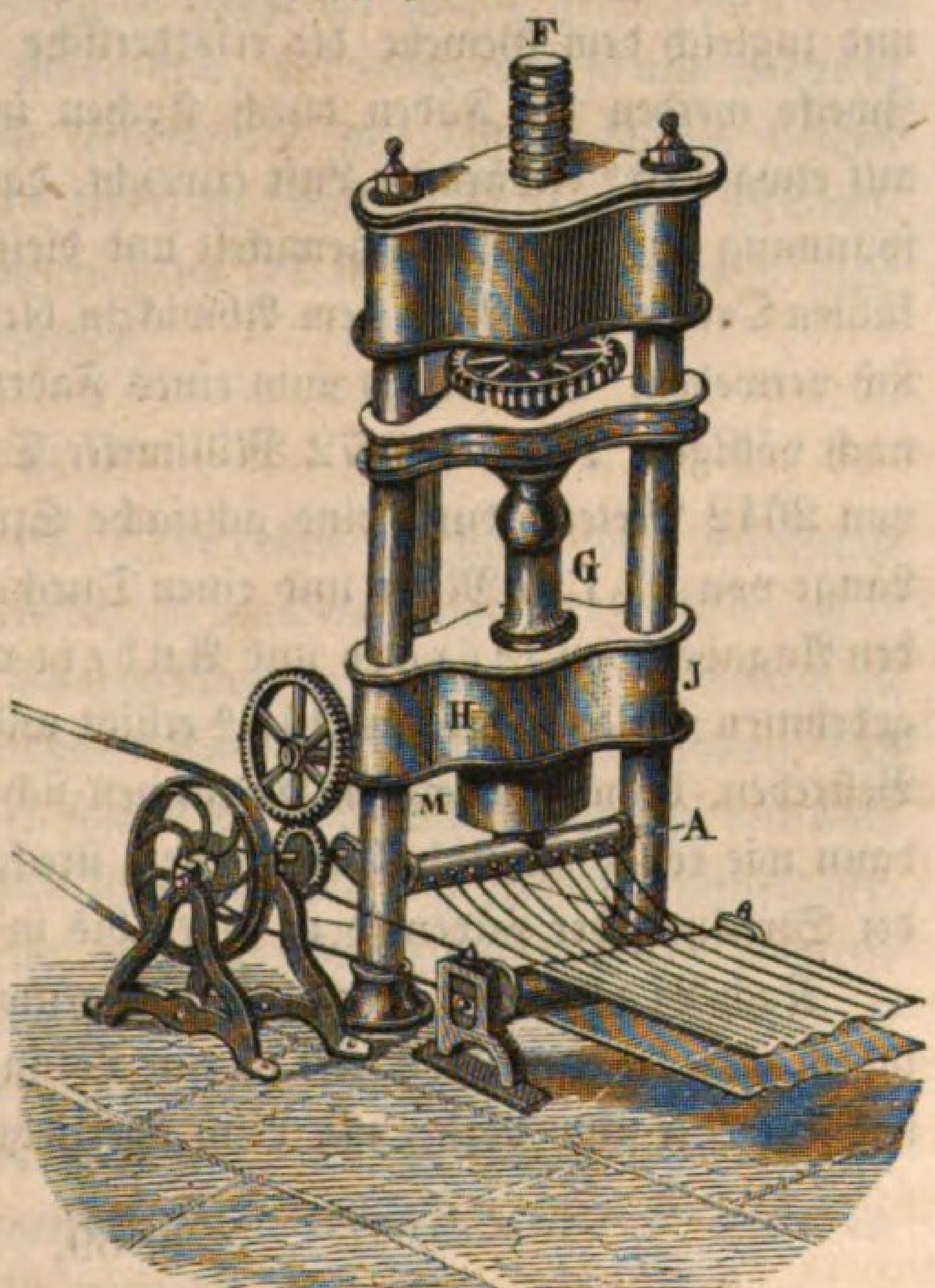
erhitzt werden, durchgeführt wird, streckt es sich zu einer dünnen Platte T, welche über die Rolle H weiter geführt und schließlich noch warm auf eine Rolle aufgewickelt wird; damit jedoch die übereinander sich lagernden Schichten nicht zusammenkleben, legt man zwischen dieselben einen Baumwollstoff, von dem die Kautschukplatte einen vollständigen Abdruck annimmt, was zu der falschen Voraussetzung Veranlassung geben könnte, es sei dem Kautschuk ein gewebter Stoff selbst incorporirt worden.

Um die Platten, Tafeln oder Bänder in Fäden zu zerschneiden, bedient man sich entweder der Walzwerke mit zwei ineinander eingreifenden Stahlwalzen, wobei man, um den Schneidwalzen eine gewisse Schärfe zu ertheilen, ihre schmalen Umfänge mit Vförmigen Cannelirungen versieht, wodurch die Wirkung einer Vereinigung mehrerer Kreisscheeren gleichkommt. Nach einem anderen Verfahren schneidet man die Kautschukfäden auf einen Apparat, aus einem starken hölzernen Gerüste bestehend, auf welchem sich zwei horizontale neben einander liegende Achsen befinden, von denen die eine mit 4 — 10 scheibenförmigen Messern besetzt ist, deren Schneiden nach der Breite der herzustellenden Kautschukfäden von einander abstehen; an diese mit Messern versehene Walze drückt sich eine zweite Walze aus hartem Holz, die weit langsamer umläuft und über welche die zu zerschneidende Kautschukplatte hinweggezogen

wird. Die Messerwalze, welche mit einer Geschwindigkeit von 1400 Umgängen in der Minute umläuft und naß erhalten wird, zerschneidet die langsam fortrückende Kautschukplatte zu Fäden, wobei die mit feinen Einkerbungen versehene hölzerne Walze als Unterlage dient.

Die auf diese Weise erhaltenen Kautschukfäden sind viereckig; um runde Fäden herzustellen, bedient man sich gegenwärtig des von Gérard und Aubert in ihrer Fabrik in Grenelle zuerst ausgeübten Verfahrens, des Pressens, welches auf der bereits oben erwähnten Eigenschaft eines mit Alkohol versetzten Schwefelkohlenstoffs beruht, das Kautschuk nicht mehr zu lösen, sondern nur zu erweichen. Man bringt das sorgfältigst gereinigte Kautschuk zu schmalen Streifen zerschnitten in große hermetisch zu verschließende Zinkgefäße und übergießt sie darin mit der $1^1/_2$ fachen Gewichtsmenge Schwefelkohlenstoff, welchem 6—8 Proc. stärksten Alkohols zugesetzt wurden. Nach 48 stündiger Digestion ist das Kautschuk in eine völlig homogene, nicht klebende und nicht adhärirende teigige Masse übergegangen, welche, um ihr vor ihrer Verarbeitung zu Fäden den größten Grad der Reinheit und Gleichförmigkeit zu geben, in einen verticalen Cylinder mit Drahtsiebboden gebracht und mit Hülfe eines Kolbens durch das Sieb gepreßt wird. Der zähe Teig kommt nun in den Behälter H (Fig. 16), welcher mit dem Preßkolben G und mit der Preßschraube F versehen ist; mit dem Cylinder steht ferner ein Behälter A in Verbindung, der 20 bis 30 in gerader Linie, ziemlich nahe beisammenstehende, schräg abwärts gerichtete Mundstücke enthält. Jedes Mundstück ist mit einem kleinen runden Loch versehen, durch das beim langsamen Niedergange des Kolbens das Kautschuk in Gestalt eines runden Fadens heraustritt. Beim Austreten aus der Presse legen sich die Kautschukfäden auf ein über zwei Walzen gespanntes endloses Tuch von Baumwollsammet, das sie 4 Meter weit fortführt und dann einem endlosen Drahtgewebe übergiebt, auf welchem lie-

Fig. 16.



gend die Fäden aus einer darüber befindlichen und rotirenden Siebvorrichtung mit Speckstein- oder Talkpulver bestäubt werden, um das Zusammenkleben zu verhindern. Hierauf gelangen sie auf eine 16 Meter lange endlose Leinwand, gehen von dieser abwärts nach einander auf vier andere Tücher von gleicher Länge, welche, um Raum zu sparen, unter einander liegen und in entgegengesetzter Richtung sich fortbewegen. Nachdem die Kautschukfäden auf diesem gegen 85 Meter langen Wege zehn Minuten lang der erwärmten Luft des Lokales ausgesetzt waren, werden sie getrocknet und gelangen dann in sich drehende Zinkblechkannen, in welchen sie sich ringförmig zusammenlegen. War der Durchmesser der Fäden beim Pressen 1 Millimeter und enthielt die aufgequollene Kautschukmasse gegen 66 Proc. Schwefelkohlenstoff, so zieht sich der Faden beim Trocknen auf 0,720 Millimeter Durchmesser zusammen.

Behufs der Anfertigung von elastischen Bändern und ähnlichen Gegenständen unterwirft man die Fäden einer Streckung, um sie zu verfeinern und zugleich dem Gewebe die erforderliche Festigkeit zu geben. Zu diesem Zwecke werden die Fäden durch Kochen in Wasser oder besser noch in bis auf etwa 115° erwärmter Luft erweicht, dann, noch heiß, unter starker Anspannung auf Trommeln gewickelt und diese letzteren längere Zeit an einen kühlen Ort gelegt. Nach dem Abwickeln bleiben die Fäden gestreckt und lassen sich verweben. Ein Kilogramm eines Fadens, welcher beim Pressen 1 und nach völligem Trocknen 0,72 Millimeter Durchmesser hat, besitzt eine Länge von 2642 Meter; durch eine achtfache Streckung erlangt dieser Faden eine Länge von 21,136 Meter und einen Durchmesser von 0,25 Millimeter. Nach den Angaben von Gérard und Aubert verliert ein Kautschukfaden im ausgedehnten Zustande bis auf 115° erhitzt und hierauf der Kälte ausgesetzt, das Bestreben, beim nachherigen Erwärmen sich zusammenzuziehen, und läßt sich dann wie rohes Kautschuk von Neuem strecken; dadurch wäre eine Fortsetzung der Streckung der Fäden so zu sagen bis in's Unendliche ermöglicht.

Nach Lightfoot färbt man gegenwärtig Kautschuk mit Anilinfarben, indem man es entweder direct in eine Lösung von Anilinroth oder Anilinviolett legt oder auch vorher mit Leim überzieht.

§. 69.

Die Kautschukzeuge. Man nimmt an, daß die aus Kautschukfäden gewebten Zeuge zuerst in Wien aufgetaucht seien, sicher aber ist es, daß sie in Paris im Großen fabricirt wurden und bald nachher in Frankreich und England heimisch geworden sind. Die Kautschukfäden werden hierbei entweder unbesponnen oder auch mit Baumwolle oder Seide besponnen in Anwendung gebracht, zuweilen werden die Fäden auch auf der Klöppelmaschine netzartig

beflochten. Die daraus hergestellten elastischen Gewebe werden als Gürtel, Tragbänder u. dgl. benutzt. Im letzteren Falle wird eine geeignete Zahl solcher Fäden unter die aus Lein-, Baumwollgarn oder Seide bestehende Kette gemischt, die man nachher durch einen beliebigen Einschuß zusammenwebt. Damit ein solches Gewebe gehörig ausgedehnt werden könne, muß es in seinem gewöhnlichen Zustande entsprechend zusammengeschrumpft oder fein gerunzelt sein, was man auf zwei Arten erreichen kann, nämlich

1) werden auf dem Webstuhle die Kautschukkettenfäden durch Anspannung beträchtlich verlängert und im gestreckten Zustande eingewebt; dann verkürzen sie sich von selbst; sobald der gewebte Stoff vom Webstuhle abgenommen, also der Spannung entledigt wird, und ziehen durch ihr Zurückspringen das Gewebe zusammen, oder

2) streckt man die rohen Kautschukfäden, vor dem Ueberspinnen, durch Abspannen bei einer Temperatur von 120° aus, läßt sie unter der Spannung erkalten, wobei sie ihre Verlängerung in Folge der latent gewordenen Elasticität, vor der Hand beibehalten, überspinnt, und verwebt sie so und erwärmt schließlich den fertigen Stoff durch Ueberfahren mit einem mäßig heißen Bügeleisen oder einer auf etwa 80° geheizten Walze. Diese letztere Behandlung verursacht dann eine Zusammenziehung des Kautschuks und durch diese die Verkürzung des gesammten Gewebes.

§. 70.

4. Lösen des Kautschuks. Die ersten Versuche, das Kautschuk durch Lösen in der Industrie verwendbar zu machen, rühren von Macquer in Paris her, dem es auch in der That gelang, das Kautschuk in Aether zu lösen. Von einer technisch verwendbaren Kautschuklösung verlangt man, daß sie einfach und billig herzustellen sei, schnell und vollständig eintrocknе und nach dem Trocknen das Kautschuk mit allen urspünglichen Eigenschaften hinterlasse. Unter diesen Voraussetzungen ist eine Kautschuklösung nicht nur ein vortreffliches Mittel zum Verbinden der Bestandtheile von Kautschukarbeiten, sondern läßt sich selbst mit großem Vortheile anwenden, um Gewebe jeglicher Art mit einem luft- und wasserdichten und dabei elastischen und geschmeidigen Ueberzuge zu versehen, oder auch Kautschukgegenstände selbstständig durch Uebereinanderlagerung von Kautschukanstrichen zu erzeugen.

Einige Oele, besonders rectificirtes Terpentinöl und Petroleum, welches gegenwärtig massenhaft aus Indien und Canada eingeführt wird, bewirken zwar keine eigentliche Lösung des Kautschuks, durchdringen es aber, bei längerem Zusammenstehen in gelinder Wärme so vollständig und erweichen es in so hohem Grade, daß die aufgequollene gallertartige Masse zu einem homogenen

Brei zerrieben werden kann, der in dünnen Lagen an der Luft zwar austrocknet, aber das Kautschuk in einem klebrigen Zustande hinterläßt, was ohne Zweifel der Verharzung eines Theiles des Terpentinöles zugeschrieben werden muß. Um die Klebrigkeit der eingetrockneten Lösung des Kautschuks in Terpentinöl zu beseitigen, ist vorgeschlagen worden, der Lösung von 1 Th. Kautschuk in 11 Th. Terpentinöl etwa 0,5 Th. einer heißen concentrirten Lösung in Kalischwefelleber zuzusetzen; es bildet sich eine gelbe milchige Flüssigkeit, die beim Trocknen das Kautschuk vollkommen elastisch zurückläßt; beim Eintrocknen kommt die Schwefelleberlösung auf die Oberfläche und das Kautschuk erweist sich nach dem Trocknen fast als frei von Schwefel. Dessen ungeachtet wird das Terpentinöl zum Erweichen des Kautschuks jetzt so gut wie nicht mehr angewendet.

Wirkliche Lösungsmittel des Kautschuks sind der Aether, das Steinkohlentheeröl, das Chloroform und der Schwefelkohlenstoff. Was zunächst den Aether betrifft, so ist derselbe unter allen Lösungsmitteln des Kautschuks zu technischen Zwecken am wenigsten brauchbar, nicht nur wegen seines hohen Preises und seiner großen Flüchtigkeit, sondern auch weil die ätherische Lösung stets sehr dünn ist, d. h. äußerst wenig Kautschuk enthält. Das Kohlentheeröl dagegen liefert, in genügender Menge angewendet, mit dem Kautschuk eine vollkommene Lösung, in kleinerer Menge dagegen einen klebrigen Brei, der ziemlich leicht — besonders durch Behandeln mit heißen Wasserdämpfen, weil diese das Oel in Dampfgestalt aufnehmen — austrocknet und dabei das Kautschuk völlig elastisch, jedoch mit einem lange adhärirenden Geruche nach Theeröl hinterläßt. Als Kitt oder als Klebemittel gebührt dem durch Theeröl erweichten Kautschuk vor jeder anderen Kautschuklösung der Vorzug. Das Chloroform würde ein vorzügliches Lösungsmittel des Kautschuks abgeben, wenn nicht sein hoher Preis die Anwendung verböte.

Das beste Lösungsmittel ist unbedingt der Schwefelkohlenstoff, der mit dem Kautschuk eine wirkliche Lösung bildet, die bei der großen Flüchtigkeit des Schwefelkohlenstoffs schnell eintrocknet und das Kautschuk unverändert und geruchlos zurückläßt. Da der Schwefelkohlenstoff (vergl. Bd. II p. 254) fabrikmäßig und zu sehr billigen Preisen hergestellt wird, so besitzt man in der ätherischen Kautschuklösung ein ziemlich gutes Surrogat des aus den Kautschukbäumen fließenden Milchsaftes. Der Schwefelkohlenstoff löst bei gewöhnlicher Temperatur gegen 15 Proc. Kautschuk auf, damit eine durchaus homogene syrupartige Flüssigkeit bildend; für industrielle Zwecke ist jedoch diese Lösung immer noch zu sehr verdünnt, weshalb man dieser Lösung die mit wenig Schwefelkohlenstoff bereitete und durch mechanische Bearbeitung zu einem gleichförmigen Teige gebrachte Aufquellung vorzieht. Die

Bearbeitung des aufgequollenen Kautschuks geschieht am besten mit Hülfe eines Walzwerkes mit zwei horizontal neben einander liegenden, gegen einander gedrückten Walzen, die mit ungleicher Geschwindigkeit sich umdrehen; die durchgehende und dabei gequetschte Masse wird durch Abstreichmesser von den Walzen abgestrichen und fällt in ein untergestelltes Reservoir. Die Masse wird auf die Walzen zurückgebracht und so lange gemahlen, bis sie völlig homogen erscheint. Wird Schwefelkohlenstoff zum Erweichen des Kautschuks angewendet, so muß wegen der großen Flüchtigkeit des Schwefelkohlenstoffes der ganze Apparat mit einem nahe anschließenden Kasten umgeben sein.

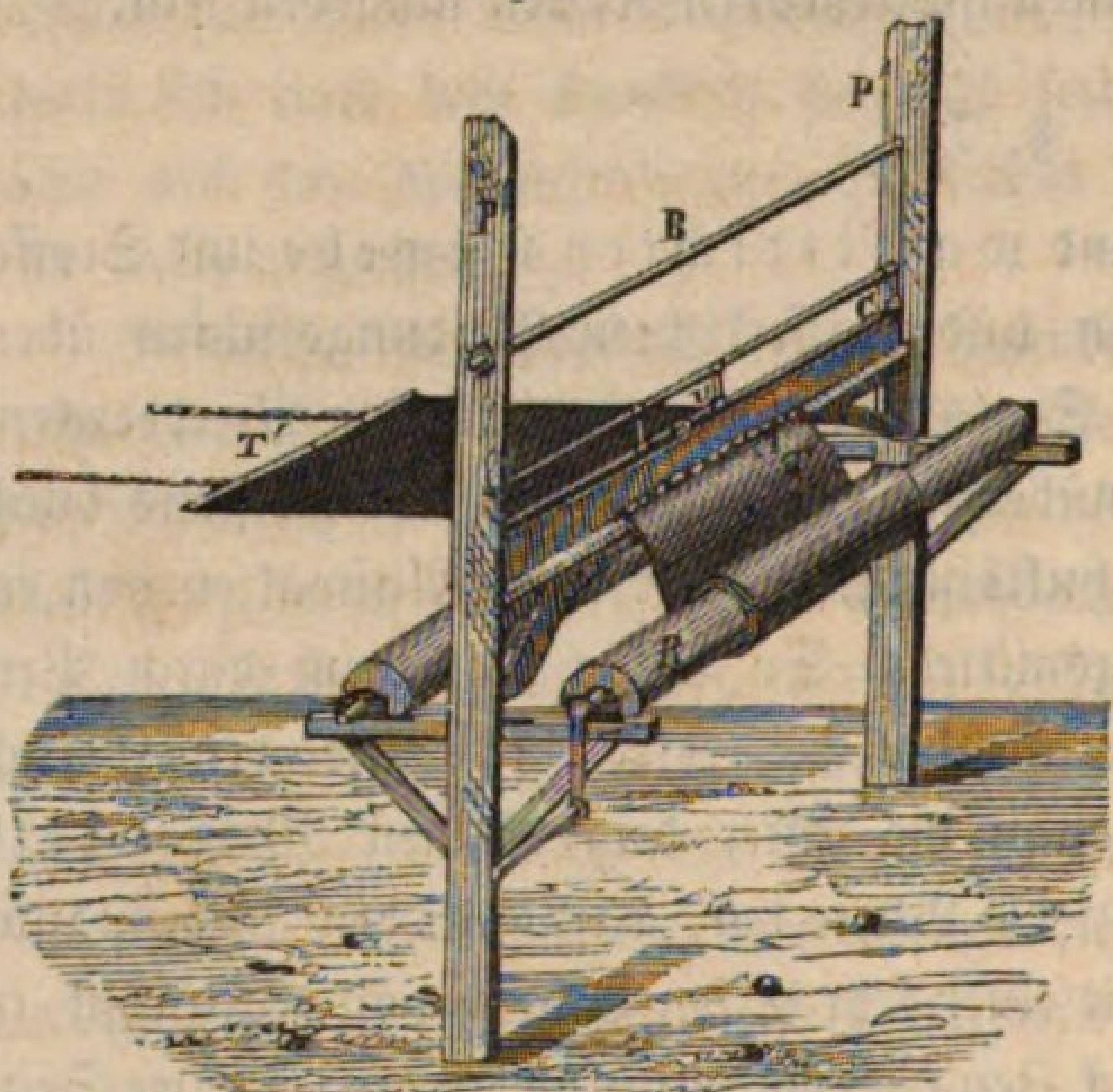
§. 71.

Die Herstellung der luft- und wasserdichten Gewebe und Stoffe, theils zu Regenmänteln, Kapuzen und wasserdichten Kleidungsstücken überhaupt, theils zu Waggondecken, Spritzdecken für Equipagen, Pferdedecken, Reisetaschen, Koffer, Regenschirmüberzüge u. dergl., geschieht meistens durch Auftragen von teigartiger Kautschuklösung, seltener durch Aufwalzen von erweichtem Kautschuk ohne Lösungsmittel. So lange man dem durch Verdunsten der Lösung erhaltenen Kautschuk die Klebrigkeit und den Geruch nicht zu nehmen verstand, stellte man die unter dem Namen Makintosh bekannten wasserdichten Zeuge auf die Weise dar, daß man den ausgespannten Stoff auf der einen Seite mit einer sehr dicken Lösung von Kautschuk in Theeröl überzog, ein zweites Stück Zeug, gewöhnlich die innere, carrirte Seite des späteren Kleidungsstückes darauf legte, das Ganze zwischen Walzen preßte und endlich in einem luftigen Raume zum Trocknen aufhing. Man verfertigte aus solchem Stoffe Mäntel, Ueberröcke u. dgl., welche, um überall wasserdicht zu sein, nicht genäht, sondern mit Kautschukbrei verklebt wurden. Dieses Verfahren wird gegenwärtig nur noch selten und nur in der Absicht angewendet, das Kautschuk zu verbergen.

Gegenwärtig werden die meisten Stoffe auf einer Seite oder auch auf beiden Seiten mit einer freiliegenden Kautschukschicht bedeckt, wobei man sich zweier verschiedener Methoden bedient. Nach der einen Methode wird die ohne Lösungsmittel und nur durch warmes Walzen erweichte und mit Schwefel gemengte Kautschukmasse durch Aufwalzen in einer dünnen Schicht auf dem Gewebe ausgebreitet und befestigt, wobei man die Masse, um ihr ein besseres Ansehen zu geben, durch Zusatz von Kienruß schwarz zu färben pflegt. Nach dem zweiten, weit üblicheren Verfahren, bedient man sich eines homogenen Kautschukteiges, welchen man entweder nach dem Verfahren von Gérard und Aubert mit Hülfe eines Gemenges von 100 Th. Schwefelkohlenstoff mit 5 Th. Alkohol (vergl. Seite 153) oder mittelst des

flüchtigsten Theiles des Theeröles, des sogenannten Benzols erhalten hat, womit man den Stoff (Baumwollstoff, Orlean, Moleskin, Segeltuch u. dgl.) überzieht. Die dazu angewendete Maschine ist Fig. 17 abgebildet. Der zu überziehende Stoff ist auf die hölzerne Walze R gewickelt; in einiger Entfernung davon liegt eine zweite drehbare Walze und über ihr ein feststehendes eisernes Lineal C, welches durch Stellschrauben in einer, der Stärke des mit Kautschuk zu überziehenden Stoffes entsprechenden Entfernung von der unteren Walze stellbar ist. Der Kautschukteig wird mit Kellen auf das sich langsam fortbewegende Gewebe, das mit seinem Ende auf eine Holzleiste T befestigt ist, gebracht und beim Durchgang durch den Streichapparat gleichmäßig ausgestrichen. Sobald das Lösungsmittel verdunstet ist, wozu, wenn man mit Schwefelkohlenstoff arbeitet, ungefähr 10 Minuten, bei Anwendung von Theeröl dagegen 2—3 Stunden, erforderlich sind, giebt man dem Kautschuk einen Firnißüberzug mit einer weingeistigen Lösung von Gummilack.

Fig. 17.



Um mit Hülfe der Kautschuklösung **Blätter** darzustellen, die man in den französischen Fabriken zum Unterschiede von den aus Blöcken geschnittenen Blättern, die man feuilles sciées nennt, mit dem Namen **abgehobene** Blätter (feuilles relevées) bezeichnet, bedient man sich des nämlichen Verfahrens, nur bringt man 10, 15 bis 20 Schichten übereinander an. Nach dem Verdunsten des Lösungsmittels, bestreut man die Oberfläche des Kautschukblattes mit Talk- oder Speckteinpulver, und befeuchtet die Leinwand, die als Unterlage diente, um das Kautschukblatt von derselben abzulösen.

§. 72.

5. **Vulkanisiren des Kautschuks** (vulcanisation, *vulcanizing*). Die Darstellung des sogenannten **vulkanisirten Kautschuks** (caoutchouc vulcanisé, *vulcanized indian-rubber, converted indian-rubber*) beruht auf einer Verbindung des Kautschuks mit Schwefel, wodurch ersteres wesentliche und sehr vortheilhafte Veränderungen erleidet. Das Vulkanisiren

ist in der Geschichte der Kautschukverarbeitung dasjenige Ereigniß, welchem der neue Industriezweig seinen großen, ja unerhörten Aufschwung verdankt.

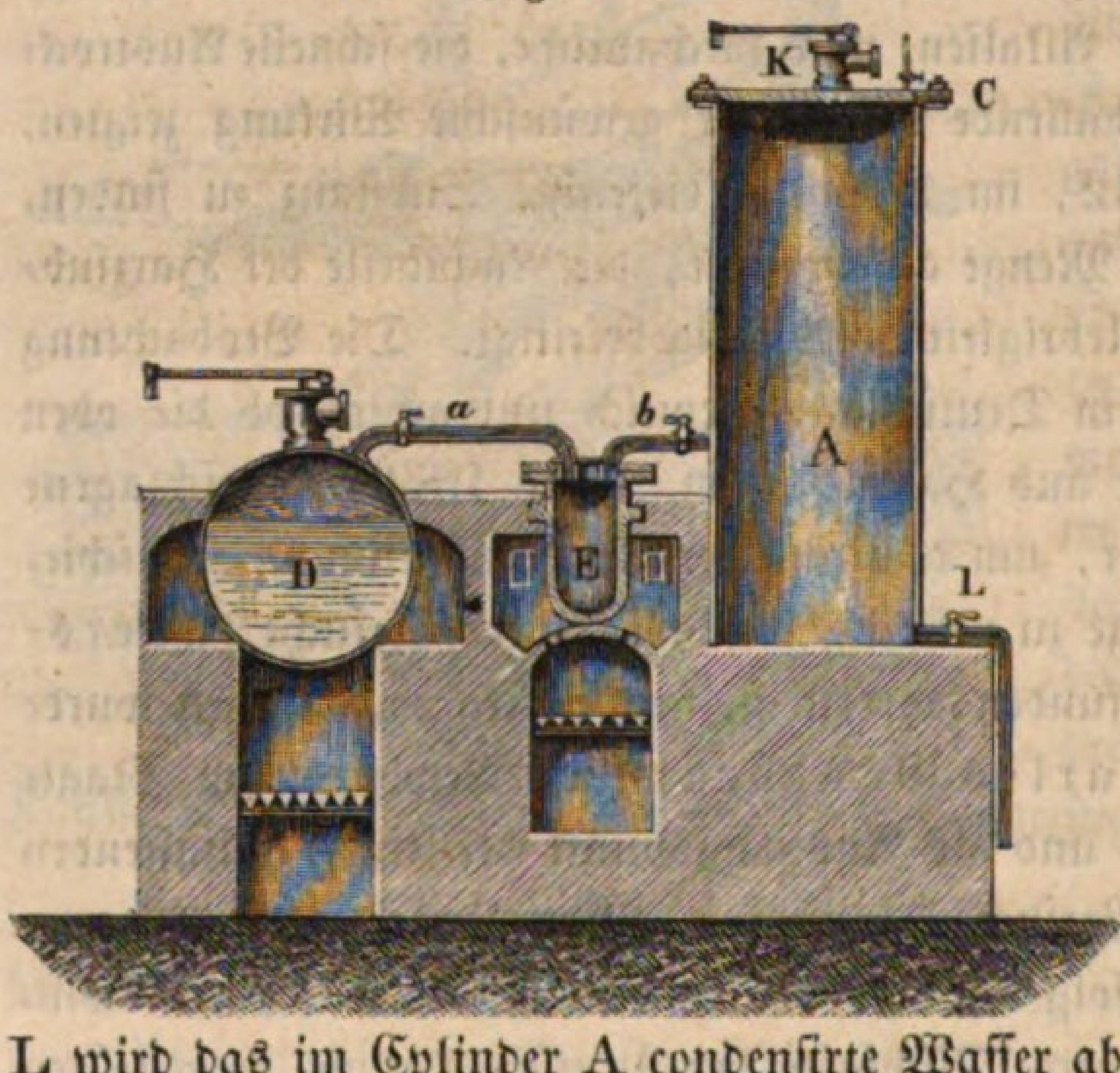
Der Gedanke, dem Kautschuk Schwefel einzuverleiben, gehört dem k. preußischen Landes-Oekonomie-Rath Dr. Lüdersdorff[1]) in Berlin an, welcher im Jahre 1830—32 bei seinen ausgedehnten Versuchen der Nutzbarmachung des Kautschuks zur Darstellung luft- und wasserdichter Zeuge bald zur Beantwortung der Frage veranlaßt wurde, auf welche Weise die Harzbestandtheile in den zur Auflösung des Kautschuks angewendeten Oelen und in dem Kautschuk selbst durch eine dritte Substanz, welche das Kautschuk weder in seiner Elasticität, noch in seinen sonstigen Eigenschaften veränderte, zu neutralisiren seien. Nach vielfältigen Versuchen, bei denen weder oxydirende, noch reducirende Agentien, weder Alkalien, noch mechanische, die schnelle Austrocknung befördernde, noch einhüllende Mittel die gewünschte Wirkung zeigten, gelang es ihm endlich 1832, im Schwefel diejenige Substanz zu finden, welche, selbst in sehr kleiner Menge angewendet, die Nachtheile der Harzsubstanzen, namentlich deren Klebrigkeit vollständig beseitigt. Die Beobachtung von Lüdersdorff blieb in Deutschland ziemlich unbeachtet (ob die oben erwähnte von Benzinger aus Hannover im Jahre 1836 vorgeschlagene Lösung von Kalischwefelleber, um dem aus der Terpentinöllösung abgeschiedenen Kautschuk das Klebrige zu nehmen, erst in Folge der Versuche Lüdersdorff's oder selbständig erfunden worden ist, steht in Frage), dagegen wurde sie von dem Amerikaner Charles Goodyear (von Newhaven im Staate Connecticut) weiter verfolgt und als Ausgangspunkt bei seinen umfassenden weiteren Forschungen und Versuchen benutzt. Man hatte sich in Europa vielfach, aber stets ohne Erfolg bemüht, die an Ort und Stelle der Gewinnung des Kautschuks aus dem Milchsafte der Kautschukbäume hergestellten Schuhe zu verwenden und der europäischen Mode anzupassen. Goodyear war nun der Erste, welcher seit dem Jahre 1842 in Europa Schuhe einführte, welche eine unbegränzte und fortdauernde Elasticität besitzen, der Kälte widerstehen und deren frische Schnittflächen aneinander gedrückt werden können, ohne daß ein Adhäriren stattfindet. In England wurde das Vulkanisiren des Kautschuk im Jahre 1843 durch Thomas Hancock aus Stoke Newington eingeführt, welcher die wol wenig praktische Methode angab, Kautschukplatten 12 bis 15 Minuten lang in bei 120° geschmolzenem Schwefel zu tauchen, wobei sie eine Gewichtszunahme von 12 bis 15 Proc. erleiden sollen, dann zu kneten und endlich auf 150° C. zu erhitzen. Nebenbei versuchte derselbe auch verschiedene Zusätze wie Schwefelcalcium, Schwefelantimon u. dgl.

[1]) Vrgl. Lüdersdorff, Das Auflösen und Wiederherstellen des Federharzes zur Darstellung luft- und wasserdichter Gegenstände, Berlin 1832.

Die gegenwärtig gebräuchlichen Darstellungsarten des vulkanisirten Kautschuk sind vorzugsweise folgende:

a) Das Verfahren von Hancock, auf welches derselbe im Jahre 1847 ein Patent nahm. Der dazu verwendete Apparat ist Fig. 18 im Durchschnitte abgebildet. A ist das Metallgefäß, in welchem das Vulkanisiren des Kautschuk vorgenommen wird; dieses Gefäß ist mit einem gut schließenden Deckel C und dieser wieder mit einem Ventil K versehen. D ist ein Dampfgenerator und E ein Gefäß aus Metall, das eine Mischung von 6 Th. flüchtiger Schwefelverbindung und 1 Th. Schwefel enthält, welcher letztere zum Vulkanisiren von 6—8 Th. Kautschuk erforderlich ist. Das Gefäß E wird durch einen darunter befindlichen Ofen erwärmt. Nachdem die Hähne a und b geöffnet, strömt der Dampf aus dem Generator nach A, nachdem er sich zuvor mit den Schwefeldämpfen aus dem Gefäße E gemischt hat. Nach 0,5 bis 2 Stunden ist das in dem Cylinder A befindliche Kautschuk vulkanisirt. Bei C ist ein Thermometer, durch das Rohr L wird das im Cylinder A condensirte Wasser abgelassen. Die so zubereiteten Kautschukgegenstände werden mit einem trocknen Gemenge einer Schwefelverbindung mit Schwefel geschichtet und dann der Einwirkung von Dampf von 135—150° ausgesetzt und dann nochmals in dem erwähnten Apparate behandelt. Die Methode von Hancock, eigentlich niemals in Anwendung gekommen, hat nur noch historisches Interesse.

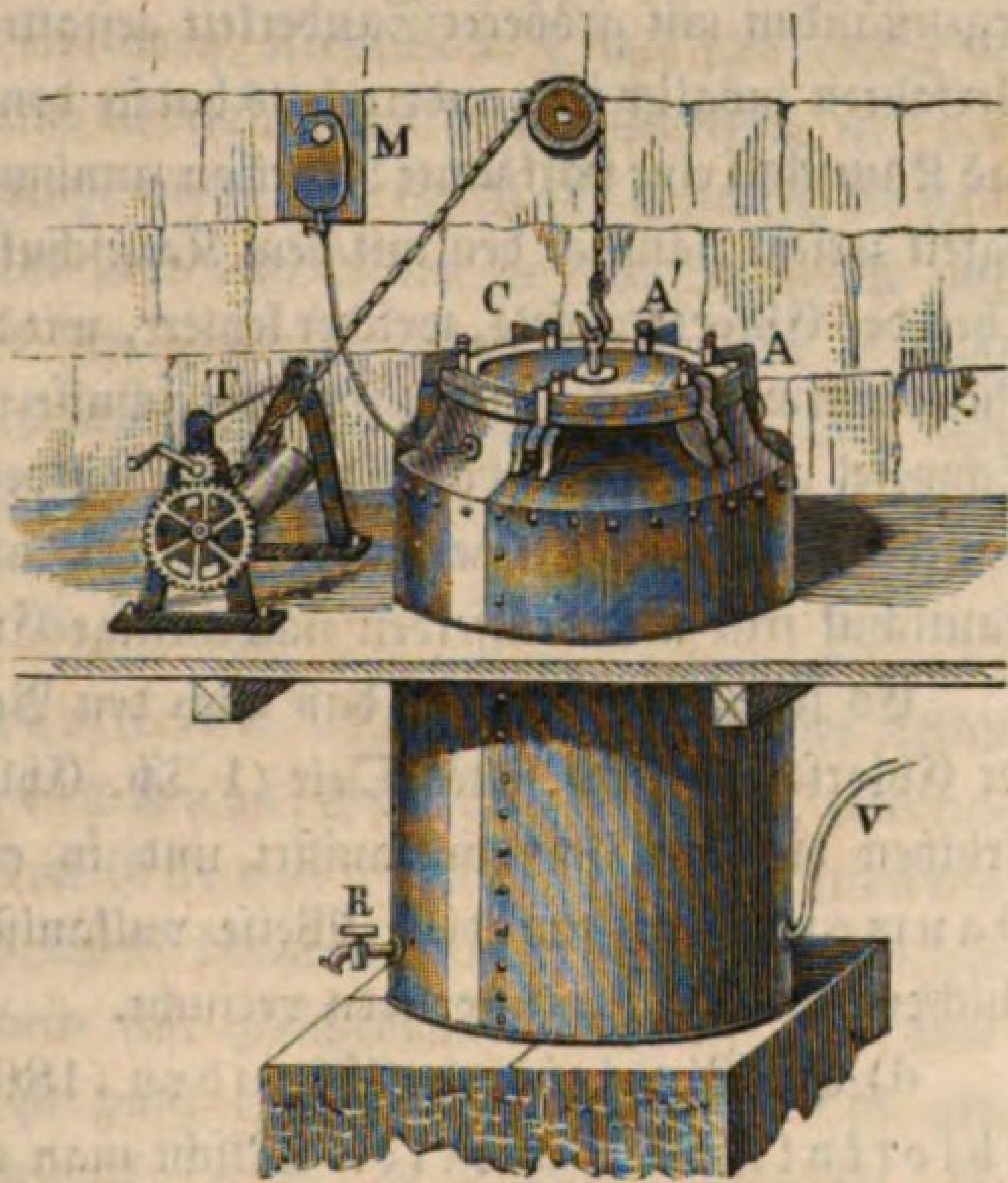
Fig. 18.



b) Das Verfahren von Goodyear unterscheidet sich von dem vorhergehenden im Wesentlichen dadurch, daß man die Menge des Schwefels, welche das Kautschuk behufs seiner Vulkanisation aufnehmen soll, nicht dem Zufall überläßt, sondern dieselbe genau bestimmt. Die erforderliche Menge Schwefel, 7—10 Proc. vom Gewichte des zu vulkanisirenden Kautschuks, wird abgewogen und dann entweder mit Hülfe eines Lösungsmittels (des oben erwähnten Gemenges von Schwefelkohlenstoff mit Alkohol) oder mittelst eines Knetapparates mit dem Kautschuk gemischt. Häufig setzt man auch, zur Ver-

mehrung, theils auch zum Färben der Masse Zinkweiß, Barytweiß, Talk- oder Speckſteinpulver, schwarzes Schwefelantimon, Kienruß u. dgl. zu, welche aber die Masse begreiflicherweise verschlechtern. Nachdem die möglichst gleichförmige Masse zu Platten, Fäden oder anderen speciellen Gegenständen verarbeitet worden ist, setzt man letztere dem eigentlichen **Brennen** oder **Vulkanisiren** aus, wo unter Mitwirkung einer höheren Temperatur die chemische Vereinigung des Schwefels mit dem Kautschuk vor sich geht. Zum Erhitzen wendet man gegenwärtig Hochdruckdampfkessel (Fig. 19) mit Manometer M, beweglichem Deckel C, Eisenplatten AA' zum Halten des Deckels, Hahn R und Winde T versehen an, in welchen man Dampf einströmen läßt, dessen Temperatur und Tension vorher auf das genaueste mittelst des Manometers gemessen wurde. Zwei- bis dreistündiges Erhitzen in Dampf von vier Atmosphären ist im Durchschnitt genügend. In Folge des hohen Druckes wird das Kautschuk zusammengepreßt und vor dem Aufblähen, das so leicht im Schwefelbade eintritt, bewahrt.

Fig. 19.



Anstatt der Dampfkessel bedient man sich zum Erhitzen auch der Luftbäder, in Form aus Cement ausgeführter oder gemauerter Kammern, deren Boden aus Schwarzblech besteht und durch eine darunter befindliche Feuerung mit vielfachen Zügen erhitzt wird. Die zu brennenden Gegenstände werden, der gleichmäßigen Erhitzung wegen, nahe unter der Decke der Kammern auf Gerüste gelegt, oder gehängt. Das Erhitzen findet bei einer Temperatur von 310—150 ° statt. Besonders zum Vulkanisiren der lackirten Kautschukschuhe bedient man sich der Luftbäder, deren Glanz zerstört oder wenigstens milchig werden würde, wollte man sie dem Dampfbade aussetzen.

c) Nach dem Verfahren von **Parkes** in Birmingham bedient man sich zum Vulkanisiren des Kautschuk des **Chlorschwefels**, welcher sich leicht und schon in der Kälte mit dem Kautschuk verbindet. Bei der Ausführung mischt man 2 bis 2,5 Th. Chlorschwefel mit 100 Th. Schwefelkohlenstoff und taucht das Kautschuk, das hierbei nur in dünnen Blättern angewendet

werden darf, auf kurze Zeit hinein. Fäden, Röhren und ähnliche kleine Kautschukgegenstände werden aus 2—3 Millimeter starken Platten angefertigt, etwa eine Minute lang in die Flüssigkeit eingetaucht, hierauf bei 25—30° getrocknet, sodann nochmals 1,5 Minuten eingetaucht, in schwacher Natronlauge und dann in Wasser gewaschen und zuletzt wieder getrocknet. Bei stärkeren Kautschukgegenständen findet ein längeres Eintauchen statt.

Die Methode von Parker hat den Vortheil, daß sie ohne kostspielige Apparate ausgeführt werden kann und die Herstellung von vielen Kautschukgegenständen mit größerer Sauberkeit gestattet, als es nach dem gewöhnlichen Verfahren möglich ist; andererseits hat sie den Nachtheil, daß nach einiger Zeit das Kautschuk eine stark saure Reaction annimmt und brüchig wird. Die Feuchtigkeit zersetzt nämlich den mit dem Kautschuk nicht in Verbindung getretenen Theil des Chlorschwefels, welcher letztere, wie die Schwefelverbindungen anderer Vulkanisirmethoden, immer im Ueberschusse vorhanden sein muß; es setzt sich Schwefel ab, während das Chlor sich mit dem Wasserstoff des Feuchtigkeitswassers zu Salzsäure verbindet und der ausgeschiedene Sauerstoff an das Kautschuk tritt und demselben nachtheilige Eigenschaften ertheilt.

Es sei hierbei bemerkt, daß nach den Versuchen von Roussin (1859) der Chlorschwefel die fetten Oele (1 Th. Chlorschwefel und 9 Th. Oel) beim Erhitzen bis auf 60° vulkanisirt und in eine elastische Masse umwandelt. Gaumond hat auf diese Weise vulkanisirtes Oel zur Anfertigung von Buchdruckerwalzen anzuwenden versucht.

d) H. Gaultier de Claubry (1860) vulkanisirt Kautschuk mittelst Chlorkalk und Schwefel. Mischt man trocknen Chlorkalk mit Schwefelblumen, so giebt sich die sofort eintretende Reaction durch einen Geruch nach Chlorschwefel zu erkennen. Hat man Schwefel und Chlorkalk, ohne zu reiben, blos gemischt, und ist Schwefel im Ueberschusse angewendet, so kann man mit dem Product Kautschuk vulkanisiren. In auf diese Weise vulkanisirtem Kautschuk, welches in der That, wie das vorhergehende Verfahren, auf die Anwendung von Chlorschwefel zurückkommt, findet sich Chlorcalcium. Ob de Claubry's Verfahren je Anwendung gefunden hat, ist zu bezweifeln.

e) Das Verfahren von Gérard besteht darin, das zu vulkanisirende Kautschuk 2—4 Stunden lang in eine Lösung von Fünffach-Schwefelkalium von 25—30° B. bei einer Temperatur von 150° (5 Atmosphären Druck entsprechend) zu bringen. Der Kautschuk wird hierbei vollständig vulkanisirt und nach dem Waschen erscheint seine Oberfläche glatt und fühlt sich sammetähnlich an. Leider läßt sich dieses Verfahren nur auf kleine und dünne Kautschukgegenstände anwenden. Eine Säuerung des Kautschuks ist hierbei nicht zu befürchten.

Dadurch, daß man dem vulkanisirten Kautschuk 3—10 Proc. Kalk incorporirt, erhält man nach Gérard das Caoutchouc alcalin, welches nicht nur die Eigenschaften des gewöhnlichen vulkanisirten Kautschuks, sondern auch die Fähigkeit besitzt, eine Temperatur von 160—180° ohne Nachtheil zu ertragen; aus diesem Grunde ist es vorzüglich zur Herstellung der Verbindung von Dampfröhren u. dgl. geeignet.

Die sogenannten Gummischuhe werden auf folgende Weise angefertigt: Man mischt das Kautschuk mit der doppelten Gewichtsmenge Kreide, Schwerspath, Barytweiß, Schwefelblumen, Kienruß u. s. w., und walzt es dann zu Platten aus, die als dünner Ueberzug, wie oben angegeben, auf das Gewebe übertragen werden. Die große Klebrigkeit der Masse gestattet, die nach Schablonen ausgeschnittenen Stücke über dem Leisten zusammenzukleben und zuletzt auch die Sohle in gleicher Weise darunter zu befestigen. Die Schuhe werden hierauf mit Kautschukfirniß überstrichen und, immer noch über dem Leisten, durch Erhitzen im Luftbade vulkanisirt.

§. 73.

6. Hornisiren des Kautschuks. Was seit dem Jahre 1852 unter der Benennung hornisirtes Kautschuk oder Ebonit (caoutchouc durci) vorkommt, ist eine von Goodyear entdeckte Modification des vulkanisirten Kautschuks, die sich durch braunschwarze oder auch schwarze Farbe, eine dem Horn oder Fischbein fast gleichkommende Härte und Elasticität auszeichnet und deshalb zu ganz andern Artikeln geeignet ist als das gewöhnliche vulkanisirte Kautschuk, z. B. zu Kämmen aller Art, zu Schirmgriffen und Stockknöpfen, zu Spazierstöcken, Schirmrippen, Planchettes, die aber in Bezug auf Elasticität und Steife dem Fischbein nicht gleich kommen, Federhaltern, Messerheften, Furnieren für Möbelbekleidungen, Stethoskopen, Hörröhren, Flöten und anderen Blasinstrumenten, Winkeln und Linealen, Schreibfedern u. s. w. u. s. w.

Zur Fabrikation des hornisirten Kautschuks bedient man sich ausschließlich des ostindischen Kautschuks (Java); das Para-Kautschuk ist wegen seines höheren Preises und wegen seiner Beschaffenheit zur Herstellung von hartem Kautschuk nicht geeignet. Das aus Afrika kommende Kautschuk (Gabon) kann weder für sich noch mit anderen Kautschuksorten gemengt zur Fabrikation von hartem Kautschuk Anwendung finden; in Folge seiner pechigen Beschaffenheit mischt es sich nur schwierig mit anderen Kautschuksorten und ertheilt außerdem eine große Trockenheit, in deren Folge es brüchig wird.

Die Bereitung des hornisirten Kautschuks, so wie die dabei in Anwendung kommenden Maschinen sind die nämlichen wie bei der Fabrikation von

vulkanisirten Kautschuk. Die hornähnliche Beschaffenheit läßt sich zwar schon durch Steigerung des Schwefelzusatzes (auf 100 Theile Kautschuk 30—60 Theile Schwefel) ohne andere Beimischungen erreichen; je mehr Schwefel incorporirt wird, desto größer ist die Härte und desto geringer die Elasticität der Masse, das vulkanisirte Kautschuk jedoch verträgt Zusätze von fremdartigen pulverförmigen Stoffen, welche dessen Härte vermehren, theils auch die Farbe verändern und wohlfeilere Compositionen herzustellen gestatten. Zu den Zusätzen, welche die Härte und Elasticität des Produktes erhöhen, gehören Guttapercha und Schellack, zur zweiten Classe von Zusätzen gehören Kreide, Schwerspathpulver, Barytweiß, Gyps, gebrannte Magnesia, Thon, erdige Farbstoffe, Schwefelantimon, Schwefelblei, Schwefelzink, Asphalt aus Steinkohlentheer u. s. w. Der Zusatz beträgt bisweilen bis zu 80 Proc. der Masse. Das hornisirte Kautschuk zeichnet sich durch einen hohen Grad von Politurfähigkeit aus und besitzt vor dem Horn, namentlich in seiner Benutzung zu Kämmen und ähnlichen Gegenständen, den Vorzug, daß es beim Reinigen im warmen Wasser nicht wie das Horn rauh wird, auch nach längerem Gebrauch seine Elasticität beibehält. Gegen Lösungsmittel verhält sich das hornisirte Kautschuk indifferent, in Benzol und in Schwefelkohlenstoff wird es selbst nach längerer Digestion nur wenig weich und vergrößert dabei nur unbedeutend sein Volumen. Unter den Eigenthümlichkeiten des hornisirten Kautschuks ist auch der hohe Grad von Elektricität bemerkenswerth, welche beim Reiben sich entwickelt und bei Anwendung von Kautschukkämmen durch Knistern und wahrnehmbare Funken sich zu erkennen giebt.

Die Guttapercha.

§. 74.

Allgemeines.

Die **Guttapercha** oder das **plastische Gummi** (auch Gutta-Tuban genannt) ist eine in vielfacher Beziehung dem Kautschuk ähnliche Substanz, welche man in Europa erst seit dem Jahre 1843 kennt, wo **Montgomerie** der *Society of arts* in London eine Mittheilung darüber machte. Dieser Gelehrte sah während seines Aufenthaltes in Singapore bei einem malayischen Holzhauer den Stiel einer Axt, welcher aus einer ihm durchaus unbekannten Substanz bestand, die durch Eintauchen in Wasser erweicht und in jede beliebige Form gebracht werden kann; er wurde dadurch zu Einziehung von näherer Erkundigungen veranlaßt, die zur näheren Kenntniß dieser merkwürdigen Substanz führten. In Großbritannien und kurze Zeit nachher an

verschiedenen Orten des europäischen Continents fand die neue Substanz eine ziemlich ausgebreitete Anwendung, so daß im Jahre 1848 England bereits über 1,5 Millionen Kilogramm einführte und seitdem der Verbrauch noch ferner bedeutend gestiegen ist, bis er in den letzten Jahren sich wieder erniedrigt hat. Nach den Angaben von Lackerstan soll d'Almerida aus Singapore bereits im Jahre 1830 Muster von Guttapercha an die *Asiatic Society* in London gesandt haben, welche aber, wie es scheint, keiner Beachtung werth gefunden wurde.

Gleich dem Kautschuk wird die Guttapercha aus dem Milchsafte eines Baumes gewonnen, jedoch auf andere Weise, insofern als nicht der ganze Saft eingetrocknet wird, sondern die Guttapercha durch eine Art Coagulation sich abscheidet und von den flüssigen Theilen trennt. Der Guttapercha-Baum, Isonandra Gutta und Sapota Mülleri, aus der Familie der Sapoteen, wächst in großer Menge auf der Insel Singapore, im südlichen Malakka, auf Borneo, Sumatra, Ceylon u. s. w., ist oft 12—18 Meter hoch und hält 1—2 Meter im Durchmesser; sein Holz ist weich, schwammig und enthält Längshöhlungen, die mit dem guttaperchahaltigen Saft angefüllt, braune Streifen bilden. Das häufige Vorkommen der Bäume ist Ursache, daß man es meist vorzieht, die Bäume zu fällen, um die ganze alsdann auslaufende Saftmenge zu gewinnen, statt durch Einschnitte am lebenden Stamme von Zeit zu Zeit nur einen Theil abzuzapfen. Ein Baum giebt von 7—10 Kilogr. Guttapercha. Aus dem in Trögen aufgefangenem Safte sondert sich ein fasriges Coagulum ab, welches man zusammenballt, durch Kochen mit Wasser oder durch Kneten in heißem Wasser reinigt, zuletzt in unregelmäßig walzenähnliche Klumpen formt und es in dieser Gestalt in den Handel bringt. In dem Districte des Flusses Kapocas auf Borneo unterscheidet man nach den Mittheilungen Gaffron's (1860) fünf Sorten Guttapercha, nämlich 1) Waringin (erste Qualität), der Baum kommt auf mergligen und hügeligen Terrain vor; sein Saft ist weiß; 2) Doerian (zweite Qualität), der Saft ist roth; 3) Poeloet, mit bräunlichem Safte; 4) Papoea; 5) Rana; die käufliche Guttapercha ist fast stets ein Gemenge mehrerer Sorten.

Der sogenannte Balatasaft, welcher auf der Pariser Ausstellung des Jahres 1855 aus dem französischen Guyana ausgestellt worden war, stammt von Achras dissecta, einem Baume der Sapoteen, welchen die Eingeborenen Balata nennen; er hat mit der Guttapercha große Aehnlichkeit, steht letzterer jedoch nach; die Pauchontée, eine aus Ostindien kommende Substanz, ist ebenfalls dem plastischen Gummi ähnlich, zeigt indessen gegen Lösungsmittel und auch sonst ein verschiedenes Verhalten, weshalb dieselbe nicht wol als Ersatzmittel, sondern höchstens als Zusatz zur Guttapercha die-

nen kann. — Ein von Palemhang kommender, der Guttapercha an Werth nachstehender und zur Verfälschung derselben gebrauchter Baumsaft, welcher als *Getah Malabeoya* bezeichnet wird, kommt seit einigen Jahren nicht mehr vor.

§. 75.

Technisch wichtige Eigenschaften der Guttapercha.

Die Guttapercha erscheint in dem Zustande, in welchem sie im Handel vorkommt, als eine keineswegs gleichmäßige Masse von fasrigem Gefüge und großer Zähigkeit, und enthält viel Zwischenräume, herrührend zum Theil von dem beim Zusammenkneten eingeschlossenen und nachher verdunsteten Wasser, zum Theil aber auch von beigemengtem Sand, Rindenstückchen u. dergl. Durch Verarbeiten in einen homogenen und compacten Körper verwandelt, nimmt sie eine dunklere braune Farbe an, zeigt dabei immer noch eine fasrige Textur mit geringem Seidenglanz, ist fast geruchlos, in dickeren Stücken vollkommen undurchsichtig, in dünnen Blättchen durchscheinend wie Horn. Ihre Dichte im reinen und gepreßten Zustande ist etwas größer als die des Wassers, unter gewöhnlichen Verhältnissen aber ist ihr specifisches Gewicht 0,975 bis 0,980. Bei gewöhnlicher Temperatur hat die Guttapercha ungefähr die Härte des durch langes Liegen in der Kälte erhärteten Kautschuks und nimmt nur schwierig einen Eindruck vom Fingernagel an; dabei steif und zähe, ähnlich dem Kautschuk, nur schwierig mit einem trocknen, leichter mit einem befeuchteten Messer zu schneiden, wenig elastisch, von sanftem, fettigen Anfühlen und in der allgemeinen Beschaffenheit einem harten lohgaren Leder ähnlich.

In der chemischen Zusammensetzung steht die Guttapercha dem Kautschuk sehr nahe, sie läßt sich durch die Formel C_8H_7 ausdrücken. Was ihre näheren Bestandtheile anlangt, so hat Payen gezeigt, daß die Guttapercha aus drei verschiedenen Körpern besteht, die er mit den Namen Gutta, Alban und Fluavil bezeichnete. Im Durchschnitte finden sich in der Guttapercha

Gutta	75	bis	82
Alban	19	„	14
Fluavil	6	„	4
	100	:	100

Die Gutta ist diejenige Substanz, welche der Guttapercha ihre Eigenthümlichkeit verleiht; das Alban besitzt die Eigenschaft, sich in siedendem Alkohol zu lösen und beim Erkalten aus der Lösung in kleine Krystallschuppen sich abzuscheiden. Das Fluavil, das man durch Ausziehen mit kaltem

Alkohol abscheidet, erscheint nach dem Abdampfen des Alkohol als braune amorphe Masse. Oudemans betrachtet das Krystalban und das Fluavil als durch Oxydation aus der reinen Gutta entstehend.

Die fehlende Elasticität ist es hauptsächlich, wodurch sich die Guttapercha am augenfälligsten vom Kautschuk unterscheidet; sie ist bei gewöhnlicher Temperatur so wenig elastisch, daß sie nach starkem Biegen nicht wieder vollkommen ihre ursprüngliche Form annimmt; auch läßt sie sich wenig und nur schwierig ausdehnen; ist der Zug hinreichend, so verlängert sie sich bleibend; bei noch größerer Belastung reißt sie. Ihre in technischer Hinsicht wichtigste Eigenschaft, wodurch die Guttaperchaindustrie eigentlich erst möglich geworden, allerdings aber auch andererseits die Anwendung der Guttapercha eingeschränkt wird, besteht in der Erweichung in der Wärme. Im trocknen Zustande oder in heißem Wasser auf etwa 50° erwärmt, wird sie schon bemerklich weicher; bei 75° ist sie so weich, daß sie mit Leichtigkeit geknetet und in alle beliebige Gestalten gepreßt werden kann; in siedendem Wasser wird sie sehr weich, die Stücke verlieren von selbst einigermaßen ihre Form, vergrößern ihr Volumen und werden klebrig und fadenziehend, wobei die Guttapercha gegen 5 Proc. Wasser aufnimmt. In allen diesen Fällen tritt mit dem Erkalten die ursprüngliche Härte und Steifheit wieder ein, und das Erweichen und Erhärten kann beliebig oft wiederholt werden. In dem Zustande der Erweichung, welche durch eine Temperatur von 75° herbeigeführt wurde, lassen sich zwei oder mehrere Stücke von Guttapercha durch Druck vereinigen und gleichsam zusammenschweißen, und der Zusammenhang ist dann an solchen Stellen so fest wie in jedem anderen Theile der Masse. Ueber 150° erhitzt, schmilzt die Guttapercha zu einer klebrigen Masse, die beim Erkalten nicht mehr erhärtet.

Die Guttapercha löst sich nicht in Wasser, Alkohol, Säuren und Alkalien, dagegen in Terpentinöl, Harzöl, Photogen, Benzol und überhaupt den flüssigen Kohlenwasserstoffen, die bei der Destillation von Steinkohle, Braunkohle, Bogheadkohle u. dergl. sich bilden; aus diesen Lösungen bleibt nach dem Fällen und Abdampfen bei der Guttapercha stets eine kleine Menge des Kohlenwasserstoffes zurück, die sich nicht abscheiden läßt. Die Guttapercha löst sich ferner in Schwefelkohlenstoff und Chloroform, woraus sie unverändert mit Alkohol gefällt werden kann, und in reinem Aether, aber in diesem nur sehr schwach. Eine Lösung von 1 Th. Guttapercha und 40 Th. Chloroform benutzt die Chirurgie zum Bedecken von Hautverletzungen, wobei sie das Collodium vortheilhaft ersetzt. Gleich dem Kautschuk läßt sich die Guttapercha vulkanisiren und hornisiren.

An der atmosphärischen Luft erleidet die Guttapercha mit der Zeit eine ihrer Anwendung höchst nachtheilige Veränderung, in deren Folge sie sich mit

einem bläulich weißen Reife überzieht, allmählich spröde wird und endlich allen Zusammenhang verliert. Prof. Hofmann in London hat nachgewiesen, daß diese Veränderung auf einer Sauerstoffaufnahme beruht. Die unveränderte Guttapercha ist sauerstofffrei, während die veränderte Substanz über 22 Proc. Sauerstoff enthält. Mit der Annahme, daß der Sauerstoff der Luft die Ursache der Veränderung der Guttapercha ist, steht auch die Erfahrung im Einklange, daß die Guttapercha unter Wasser Jahre lang ohne Veränderung bleibt. Daß die Vergänglichkeit der Guttapercha nicht wesentlich und unververmeidlich der Substanz eigen ist, erkennt man an der guten Conservirung anderer Guttaperchagegenstände, welche mit den mürbe gewordenen von gleichem Ursprung und gleichem Alter sind und unter den nämlichen Verhältnissen aufbewahrt wurden. — Im trocknen Zustande ist endlich auch die Guttapercha ein guter Isolator für die Elektricität. —

§. 76.

Anwendung und Verarbeitung der Guttapercha.

In den Haupteigenschaften, welche im vorigen Paragraph aufgezählt worden, hat die Natur gewissermaßen selbst den Weg zur Verarbeitung und den Kreis der Anwendungen angegeben. Und wirklich macht man von der Eigenschaft der Guttapercha, in der Wärme schweißbar zu werden, Gebrauch, um die zahlreichen Objecte darzustellen, die als Surrogate von Leder, Pappe und Papiermaché, Holz, Papier, Metall u. dergl. zu dienen bestimmt sind und zwar in allen Fällen, wo es auf Undurchdringlichkeit gegen Wasser, Widerstand gegen Alkohol, Laugen und Säuren u. dergl. ankommt und keine höhere Temperatur mitwirkt.

Ehe man zur eigentlichen Verarbeitung schreitet, wird die Guttapercha zunächst gereinigt. Zu dem Ende wird die rohe Guttapercha mittelst einer Maschine klein zerschnitten, indem man zugleich Wasser dazu fließen läßt (zuweilen unter Zusatz von Soda oder Chlorkalk als Reinigungsmittel), so daß die fremden Substanzen, wie Erde, Sand, Holz- und Rindenstückchen 2c. abgesondert werden, während andererseits durch das Wasser die Erhitzung der zum Vertheilen dienenden Vorrichtung verhindert wird. Die so behandelte Substanz läßt man 24 Stunden in Wasser stehen, innerhalb welcher Zeit die fremden Körper sich zu Boden setzen, während die gereinigte Guttapercha oben aufschwimmt und abgenommen wird. Nach dieser Behandlung kocht man die Substanz mit Wasser, so daß ihre Theilchen sich zusammenballen und läßt sie noch im erhitzten Zustande durch ein Walzwerk gehen, wodurch sie in Blätter verwandelt wird, die nun aus reiner Guttapercha bestehen. Die zur

Zertheilung angewendete Maschine ist Fig. 20 im Vertikaldurchschnitte und durch Fig. 21 von oben gesehen dargestellt. A A′ sind die gußeisernen Gestellwangen, durch Stangen b mit einander verbunden. Durch die Axe C, welche mit einer festen und einer losen Riemenscheibe d und d′ versehen ist, wird mittelst des Riemens e die Bewegung der Maschine mitgetheilt. Auf dieser Axe befindet sich das Zahnrad f, welches in das Getriebe g eingreift und dadurch die Axe h in Umdrehung setzt. Auf dieser Axe sitzt andererseits

Fig. 20.

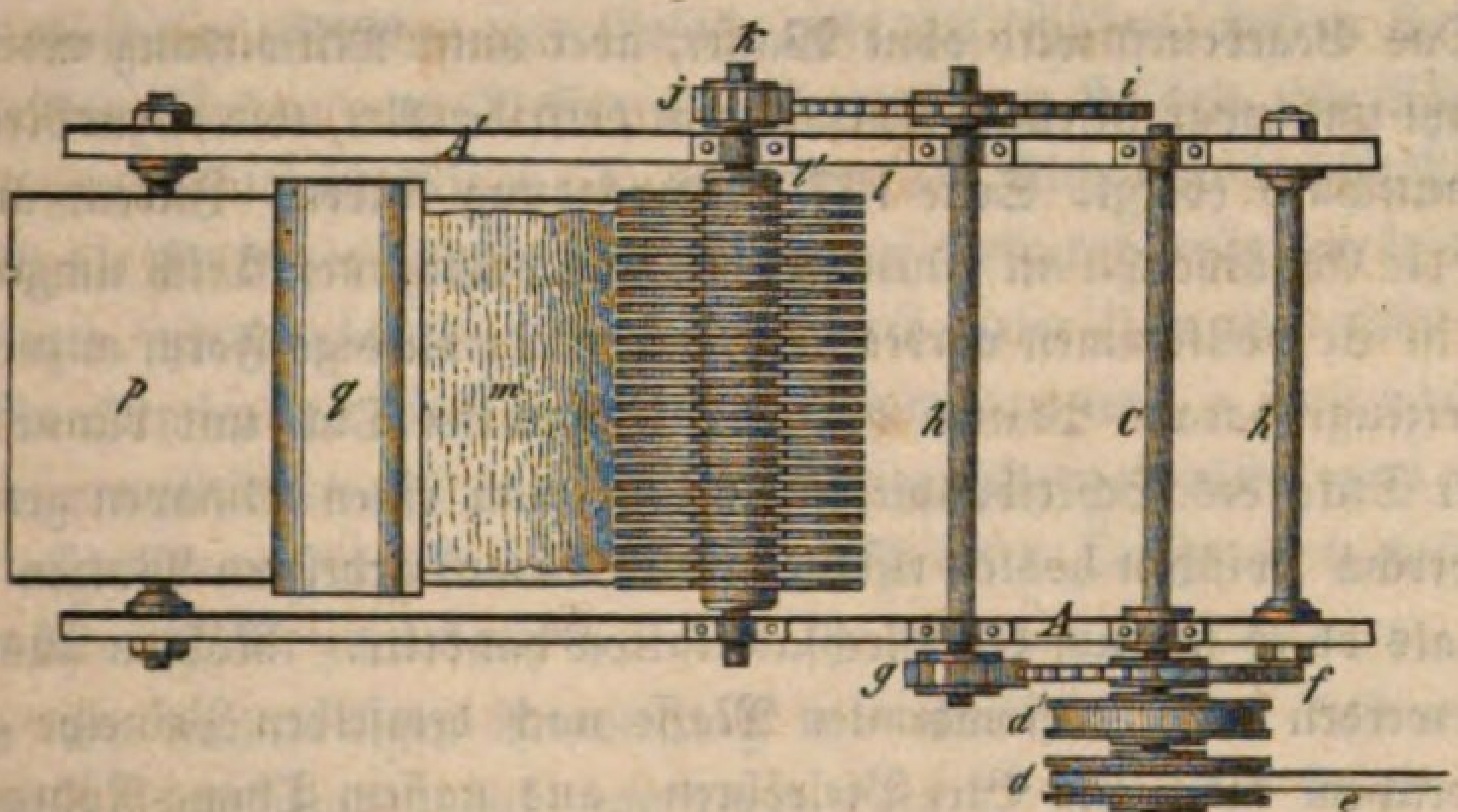
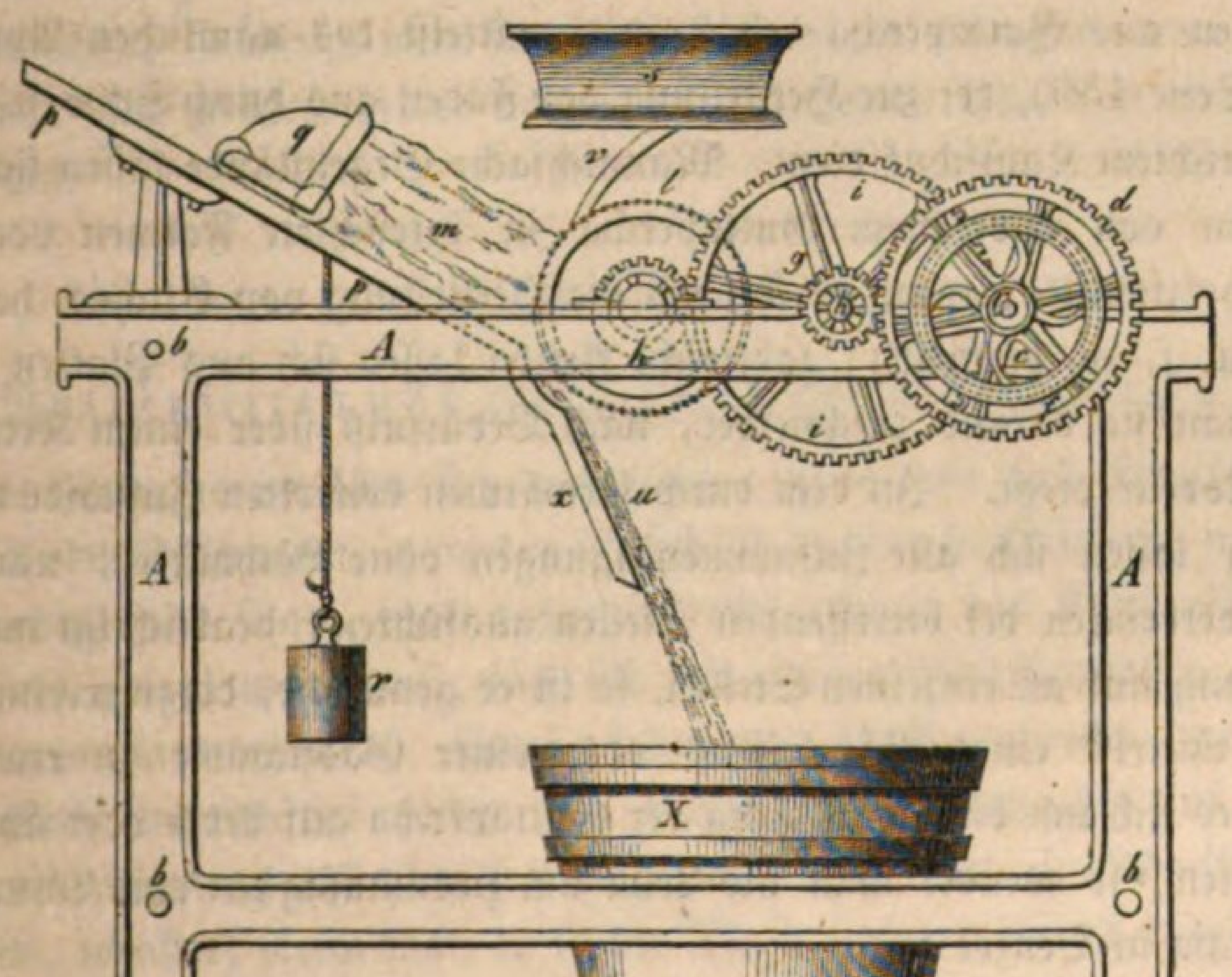


Fig. 21.



das Zahnrad i, welches wiederum in das Getriebe j eingreift. Dieses Getriebe steckt auf der Axe k, auf welcher die zur Zerkleinerung der Guttapercha dienende Substanz angebracht ist. Letztere besteht aus einer Anzahl Circular-

sägen l, welche neben einander auf einem Cylinder l′ in der Weise angebracht sind, daß sie leicht gewechselt und geschärft werden können; dieser Zerkleinerungsapparat dreht sich mit großer Schnelligkeit um. Der Guttaperchablock m liegt auf der schiefen Ebene p und wird durch eine Art Holzschuh q, auf welchen das Gewicht r wirkt, gegen die Circularsägen angedrückt. Oberhalb befindet sich ein Gefäß mit Wasser s, aus welchem das Wasser sich in einem Strahl v über die in Zertheilung begriffene Guttapercha ergießt und die zertheilte Masse über einer geneigten Fläche x in ein Gefäß X spült.

Das Bearbeiten wird ohne Wasser, aber unter Mitwirkung von Wärme fortgesetzt und zwar in einem Knetapparat derselben Art, wie er zur Reinigung des Kautschuks (vergl. Seite 157) Anwendung findet. Indem auf diese Weise die Guttapercha in einen weichen und homogenen Teich umgewandelt wird, ist sie vollkommen vorbereitet, sofort jede bliebige Form anzunehmen. Man erzeugt daraus Platten bis zu 3 Centimeter Dicke und dünne Blätter von der Dicke des Schreibpapieres, indem man einen Klumpen gereinigtes Guttapercha zwischen hohlen eisernen, mit Dampf geheizten Walzen so ausstreckt, als ob es sich um die Blechfabrikation handelte. Röhren aus Guttapercha werden aus der erwärmten Masse nach demselben Principe gepreßt, nach welchem man aus Blei Bleiröhren, aus nassem Thone Röhren, aus Mehlteig die Macaroni, aus Graphitmasse die Bleistifte bildet. Schnüre und Fäden aus Guttapercha erhält man mittelst des nämlichen Apparates (vergl. Seite 159), der zur Herstellung von Fäden aus durch Schwefelkohlenstoff erweichtem Kautschuk dient. Mannichfache Gegenstände lassen sich durch Einpressen von erweichtem Guttapercha in befeuchtete Formen von Holz (z. B. Holzschnitte, wenn es sich um die Herstellung von Clichés handelt), Metall u. s. w. herstellen; zahlreiche Artikel lassen sich aus Platten bilden, indem man sie daraus zuschneidet, nach Bedürfniß über einem Kerne oder einem Modelle preßt. In dem durch Erwärmen bewirkten Zustande der Erweichung lassen sich alle Zusammenfügungen ohne Löthmittel, nur durch Aneinanderdrücken der betreffenden Stellen ausführen; beabsichtigt man eine Verbindung nur an einzelnen Stellen, so ist es genügend, die zu vereinigenden Ränder mittelst eines Bügeleisens oder einer Gasflamme zu erweichen. Handelt es sich um die Befestigung der Guttapercha auf Leder oder ähnlichen Materialien, so wendet man als Leim am zweckmäßigsten eine Lösung von Guttapercha in Benzol an.

Von den zahllosen Artikeln, zu welchem die Guttapercha mit mehr oder minder günstigem Erfolge bearbeitet wird, sind folgende zu nennen. Die Unveränderlichkeit des Guttapercha in feuchter Luft, in welcher das Leder stockt und die Unempfindlichkeit gegen chemische Agentien wie Säuren, und

Laugen, machen sie besonders geeignet zu Riemen zum Maschinenbetriebe, ferner zu Röhren für Wasserleitungen, Pumpen, Schläuchen, Spritzen, Liederungen, Sohlen u. s. w. Zu chirurgischen Zwecken hat sich die Vortrefflichkeit der Guttapercha vollkommen bewährt; die hieraus gefertigten Sonden, Bougies, Katheder u. s. w. haben viele Vorzüge und werden daher viel gebraucht. Durch Formen, Prägen, Treiben, Gießen u. s. w. verfertigt man aus der Guttapercha Karniese, Leisten, Täfelwerk, architektonische Verzierungen jeder Art, Rahmen, Messerhefte, Säbelgriffe, Spazierstöcke, Peitschen, Knöpfe, Koffer, Tabakdosen, Flaschen und Gefäße aller Art, Hähne, Heber, Trichter, Ueberzüge für Walzen zum Pressen und Appretiren, Büsten und Statuen, Matrizen zur Galvanoplastik u. s. w. Als ein Nichtleiter der Elektricität eignet sich die Guttapercha zum Ueberziehen der Telegraphendrähte in unterirdischen und submarinen Leitungen, nur darf dieser Ueberzug nicht direct mit Wasser oder feuchter Erde in Berührung kommen, weil er sonst nach und nach Wasser aufnimmt und seine isolirende Eigenschaft einbüßt; aus diesem Grunde pflegt man die mit Guttapercha umkleideten Drähte noch außerdem mit einer Metallhülle zu umgeben.

Um der nachtheiligen Einwirkung der atmosphärischen Luft auf die Guttapercha vorzubeugen, hat man vorgeschlagen, ihr in der Knetmaschine eine kleine Menge Unschlitt zu incorporiren. Will man die Guttapercha weicher machen, so mengt man sie mit einer größeren oder geringeren Menge Kautschuk, eine größere Härte dagegen ertheilt man ihr durch Zusatz von Gummilack.

§. 77.

Vulkanisiren und Hornisiren des Guttapercha.

Die Guttapercha läßt sich auf gleiche Weise wie das Kautschuk mit Schwefel oder Sulfureten, entweder für sich allein oder in Mischung mit Kautschuk verbinden. Das, was daher bei Gelegenheit des Vulkanisiren des Kautschuks gesagt worden ist, läßt sich mit einigen Modificationen auch auf die Guttapercha anwenden. Zunächst hat man die Guttapercha, welche dem Vulkanisiren unterworfen werden soll, einige Stunden lang bis auf 150 bis 160° zu erwärmen; durch dieses Erwärmen will man ein ätherisches Oel entfernen, welches, wenn man es in der Masse ließe, während des Vulkanisirens die Masse schwammig und porös machen würde. Nach dieser vorbereitenden Operation schreitet man zum Vulkanisiren, welches genau so wie beim Kautschuk angegeben wurde, ausgeführt wird. Die vulkanisirte Guttapercha besitzt die Eigenschaft, beim Erwärmen nicht mehr weich zu werden.

Die Guttapercha läßt sich auch hornisiren. Während bei dem Kautschuk der Schwefelzusatz 6 Proc. beträgt, wendet man beim Hornisiren der Guttapercha 30—40 Proc. Schwefel an und läßt die Wärme längere Zeit einwirken. Nach dem Hornisiren erscheint die Guttapercha tiefschwarz und von einer Härte, die zwischen der des Hornes und der des Elfenbeines in der Mitte steht; sie läßt sich mit den nämlichen Werkzeugen verarbeiten wie genannte beiden Körper, vor welchen sie den Vorzug hat, daß sie kein faseriges Gefüge besitzt und sich nach allen Richtungen hin gleichmäßig bearbeiten läßt. Soll die hornisirte Guttapercha eine andere Farbe haben als die schwarze, so setzt man neben dem Schwefel farbige Pulver solcher Beschaffenheit zu, daß der Schwefel bei einer Temperatur von 160° auf dieselben nicht reagirt. Die Anwendungen der hornisirten Guttapercha sind die nämlichen wie die des hornisirten Kautschuks.

Die Firnißbereitung.[1])

§. 78.

Allgemeines.

Mit dem Worte Firniß (vernis, *varnish*) und dem beinahe in gleicher Bedeutung genommenem Lack (Lackfirniß, laque, *lacker*, *lacquer*, *lac-varnish*) bezeichnet man im allgemeinsten Sinne eine Flüssigkeit, welche nach ihrer Ausbreitung in dünnen Lagen auf der Oberfläche trockner Körper bald trocknet und einen glänzenden, harten, durchsichtigen Ueberzug derselben liefert, welcher vom Wasser nicht aufgelöst wird und der Einwirkung der Luft mehr oder weniger widersteht. Im engeren Sinne versteht man unter Firniß den durch Kochen von trocknenden fetten Oelen — Leinöl, Mohnöl, Hanföl, Nußöl — entweder für sich, oder mit Bleioxyd, Mangansuperoxyd, borsaurem Manganoxydul, Zinkoxyd, oder auch durch Behandeln der trocknenden Oele mit Chlorschwefel erhaltenen Oelfirniß (vernis gras, *oil-varnish*, *boiled oil*,

---

1) Literatur: Watin, L'Art du peintre doreur et vernisseur, Paris 1772; Tripier-Deveaux, L'Art de faire les vernis, Paris 1845 (übersetzt von C. H. Schmidt, Quedlinburg 1846); Prechtl, Encyclopädie, Bd. VI p. 113—161; Handwörterbuch der Chemie, Bd. III p. 122—136 (Artikel Firniß von Varrentrapp)[; Dumas, Handbuch der angewandten Chemie; Bd. VII p. 462—494; Karmarsch und Heeren, Technisches Wörterbuch, Bd. I p. 794; Girardin, Chimie appliquée aux arts, Paris 1860, Tome II p. 244; H. Schwarz, Chemie und Industrie unserer Zeit, Breslau 1862, Bd. II p. 996; Karmarsch, Handbuch der mechan. Technologie, Hannover 1857, Bd. I p. 470; Ph. Werner-Loos, Handbuch für Maler und Lackirer, Berlin 1795; Dreme, Der Firniß- und Kittmacher, Brünn 1821; W. Thomson, Lack- und Firnißbereitung, Quedlinburg 1843; J. Miller, Die Firnißfabrikation, Kempten 1844; D. und J. Freudenvoll, Firnißfabrikation, Mainz 1846; Emil Winckler, Die Lack- und Firnißfabrikation, Leipzig 1860 (Sehr zu empfehlen!). — Die Fortschritte der Firniß- und Lackbereitung seit 1855 sind zusammengestellt in Wagner, Jahresbericht der chemischen Technologie, 1855 p. 380; 1856 p. 373; 1857 p. 432; 1858 p. 544; 1859 p. 594; 1860 p. 541; 1861 p. 631.

drying oil). Lacke oder Lackfirnisse dagegen sind unter allen Umständen Lösungen von Harzen oder ähnlichen Substanzen, welche je nach dem angewendeten Lösungsmittel zerfallen in

1) fette Firnisse (vernis gras, *oil-varnish*), wenn zum Auflösen der Harze Oelfirniß gedient hat;

2) Terpentinölfirnisse (vernis à l'essence, *lac-varnish by oil of turpentine*), welche Lösungen der Harze in Terpentinöl oder in denjenigen leichten Oelen sind, welche wie das Benzol oder Benzin, oder das Photogen bei der Verarbeitung des Theeres gewonnen werden;

3) Weingeistfirnisse (vernis à l'alcool, *spirit-varnish*), die aus Auflösungen der Harze in starkem Alkohol bestehen. An die Weingeistfirnisse schließen sich an die Lösungen der Harze in Holzgeist, Aceton, Aether, Chloroform und Schwefelkohlenstoff.

Als eine besondere Art von Firniß, welche in jüngster Zeit vielfache Anwendung findet, könnte man eine Lösung von Schießbaumwolle in ätherischen Flüssigkeiten (vergl. Collodium Bd. II p. 108) anführen.

Die Chinesen und die Japaner sollen die Kunst des Lackirens zuerst gekannt haben (man nennt auch im Englischen, weil aus Japan seit undenklichen Zeiten ausgezeichnet schöne lackirte Ware geliefert wird, das Lackiren *japanning*), wie jedoch Plinius (XXXV. 25) erzählt, soll auch Apelles (400 v. Chr.) seine Gemälde mit einem Firniß überzogen haben, welcher die Lebhaftigkeit der Farben erhöhte und sie vor jedem nachtheiligen Einflusse des Staubes u. dergl. bewahrte. Die Bereitung des Leinölfirniß ist zuerst im 12. Jahrhundert von dem Mönch Theophil beschrieben worden.

In Japan und China soll man den harzigen Saft mehrerer Baumarten, namentlich des Götterbaumes, Aylanthus glandulosa, zu verschiedenen Zeiten einsammeln, durch Leinwand coliren und in gut verschlossenen Gefäßen aufbewahren.

Dieses weiche Harz wird bei dem Gebrauche in ätherischem Oele gelöst. Bei uns ist die Bereitung umständlicher; wir sehen uns genöthigt, unsere Firnisse auf complicirten Wege zu bereiten.

§. 79.

Materialien der Firniß- und Lackbereitung.

Die Materialien, deren man sich in Europa zur Firniß- und Lackbereitung bedient, sind folgende:

Lösungsmittel.	Harze und harzähnliche Körper.	Färbemittel.
Leinöl	Copal	Gummi-gutt
Hanföl	Bernstein	Drachenblut
Nußöl	Mastix	Aloë
Mohnöl	Sandarak	Safran
Terpentinöl	Gummilack	Alkannawurzel
Rosmarinöl	Elemi	Cochenille
Benzol	Benzoëharz	Safflor
Photogen	Colophonium	Curcuma
Petroleum	Animeharz	Orlean
Alkohol	Kautschuk	Grünspan
Aether	Terpentin	Rosanilin und andere Theerfarben.
Holzgeist	Dammarharz	
Aceton	Asphalt	
Chloroform	Pechasphalt.	
Schwefelkohlenstoff.		

Die wichtigeren der oben genannten Harze und harzähnlichen Körper besitzen nachstehende, in technischer Hinsicht bemerkenswerthe Eigenschaften:

Der Copal wird von mehreren Arten *Hymenaea*, Bäumen aus der Familie der Leguminosen, gewonnen, und gelangt besonders aus Madagaskar, Bombey, Calcutta und China zu uns. Er findet sich in verschiedener Gestalt, je nachdem er auf den Bäumen selbst gesammelt oder durch Zusammensuchen auf dem Erdboden gewonnen worden ist. Die gesuchteste Sorte ist der harte Copal, welcher freiwillig aus *Hymenaea verrucosa* ausfließt. Dieses Harz findet sich theils in Gestalt großer farbloser, oder schwach gelblich gefärbter Stücke, theils auch ist es bräunlichgelb und schließt Insecten und seltene Pflanzenreste ein. Bei gewissen Copalsorten ist die Oberfläche der Stücke mit kleinen runden Vertiefungen oder Grübchen bedeckt, daher auch der Name Gänsecopal für diese Sorte, wegen der Aehnlichkeit mit Gänsehaut. Der Copal kommt gewöhnlich als harte Masse von muschligem Bruche vor, die ohne Geruch und fast geschmacklos ist. In der Wärme wird er weich und elastisch, ohne sich jedoch in Fäden ziehen zu lassen. Bei höherer Temperatur schmilzt er. Violette fand, daß

harter Copal bei 340° schmilzt und bei 360° destillirt,
halbharter „ „ 180° „ „ „ 230° „

Beim Sieden liefert er aromatisch riechende Dämpfe, die im verdichteten Zustande das Copalöl bilden, welches sich als ein vorzügliches Lösungsmittel der halbharten und weichen Copale erwiesen hat. Der Copal ist dem

Bernstein sehr ähnlich, liefert aber bei der trocknen Destillation keine Bernsteinsäure.

Im natürlichen Zustande ist er in absolutem Alkohol wenig löslich; kocht man ihn aber damit, so schwillt er an und geht in eine zähe elastische Substanz über. Wenn man gepulverten Copal einige Wochen an der Luft liegen läßt, so erleidet er eine Oxydation, welche, wie es scheint, durch Schmelzen befördert wird, und ist dann in Alkohol löslicher. In Aether schwillt er an und löst sich endlich darin vollständig auf; die gequollene Masse löst sich aber auch leicht in siedendem Alkohol. Siedendes Terpentinöl löst ihn weniger leicht als Rosmarinöl. Das leichte rectificirte Kautschuköl und auch die Carbolsäure lösen den Copal mit Leichtigkeit auf. Petroleum löst höchstens 1 Proc. davon auf. Die verschiedenen Copalsorten zeigen übrigens auch verschiedene Löslichkeitsverhältnisse. Ammoniak und Kali lösen den Copal in der Kälte nicht auf; wenn man aber die Flüssigkeit bis zum Sieden erhitzt, so sammelt sich eine Verbindung des Harzes mit dem Alkali auf der Oberfläche der Flüssigkeit in Gestalt einer schwammigen Masse an, welche sich in reinem Wasser löst. In der Praxis wendet man zum Auflösen des Copal ein Gemenge von Terpentinöl und fettem Oel an, nachdem man den Copal vorher geschmolzen hat. Aus den Versuchen von Violette[1]) geht hervor, daß die harten und halbharten Copale in dem erwähnten Gemenge erst dann löslich werden, sobald sie durch Schmelzen 20—25 Proc. ihres Gewichtes verloren haben. Bei einem größeren Gewichtsverlust werden sie zwar löslicher, aber auch gefärbter, und geben eine geringere Ausbeute an Firniß. Das specifische Gewicht des Copals ist 1,043 bis 1,038.

Der Bernstein ist ein fossiler, seiner Zusammensetzung sowohl, wie seiner Gesammteigenschaften nach den vegetabilischen Harzen nahestehender Körper, welcher aus dem Harze urweltlicher Coniferen entstanden ist. Er findet sich vorzüglich in tertiären Braunkohlenlagern und in den Thon-, Lehm- und Sandmassen, welche dieselben begleiten; ferner kommt er nicht selten von seinen ursprünglichen Lagerstätten in andere, besonders aufgeschwemmte Massen versetzt vor. In einigen Gegenden, zumal in denen der Ostsee, entreißt das Meer den Bernstein seinen ursprünglichen Lagerstätten und wirft ihn an den Strand; daher man den See- oder gefischten Bernstein von dem Land- oder gegrabenen Bernstein zu unterscheiden pflegt.

Er ist theils durchsichtig, theils nur durchscheinend, zeigt auf den muschligen Bruchstücken starken Wachsglanz und kommt in verschiedenen Nüancen von Gelb bis dunkel Hyacinthroth vor. Sein spec. Gewicht ist 1,076 bis

---

[1]) Violette, Répertoire de chimie appliquée, 1862 p. 330.

1,087. Entzündet, brennt er unter Anschwellung und Ausstoßen weißer, stechend, aber nicht unangenehm riechender Dämpfe, ohne dabei zum eigentlichen Schmelzen zu kommen. Erhitzt man Bernstein in einer Retorte, so schmilzt er unter Entwickelung von Dämpfen von Bernsteinsäure und einem flüchtigen Oele, dem Bernsteinöl. Durch dieses Schmelzen geht der Bernstein in das Bernsteincolophonium über, welches nicht nur durch seine dunkelbraune Farbe, sondern auch in den übrigen Eigenschaften wesentlich von dem unveränderten Bernstein abweicht. Der Bernstein ist in Alkohol, Aether und ätherischen Oelen sehr wenig löslich, nach vorhergegangenem Schmelzen löst er sich dagegen in Oelen, fetten wie ätherischen, mit Leichtigkeit auf. Der geschmolzene Bernstein ist auch in Schwefelkohlenstoff löslich (nach Lampadius[1]) brauchen 10 Th. geschmolzener Bernstein 15 Th. Schwefelkohlenstoff zu ihrer Lösung); den natürlichen Bernstein löst Schwefelkohlenstoff nicht auf.

§. 80.

Der Mastix wird durch Einschnitte in den Stamm und die Aeste von *Pistacia lentiscus*, einer Terebinthacee, welche auf den Inseln des griechischen Archipels, namentlich auf Chios[2]), wächst, gewonnen. Er bildet kleine, durchsichtige, runde Körner von schwachem, angenehmem Geruche, erweicht beim Kauen zwischen den Zähnen, hat ein specifisches Gewicht von 1,074, ist in heißem Alkohol ganz und in kaltem nur zum Theil löslich. Der Mastix tritt in die Zusammensetzung zahlreicher Firnisse ein und ist insofern eines der technisch-wichtigsten Harze.

Der Sandarak schwitzt nicht, wie man früher annahm, in den warmen Ländern von selbst aus dem Wachholderstrauche, Juniperus communis, sondern stammt von Thuja articulata s. Callitris articulata ab. Im Handel findet er sich in kleinen, blaßgelben, durchscheinenden, harten und spröden Körnern, welche zwischen den Zähnen nicht weich werden (Unterschied vom Mastix). Der Geschmack ist etwas balsamisch, der Geruch schwach terpentinartig. Sein spec. Gewicht variirt zwischen 1,05 und 1,09. Er ist leicht schmelzbar und in Alkohol und in Terpentinöl vollständig auflöslich. Die Lösung ist nur sehr wenig gefärbt.

Der Gummilack, welcher, wie Bd. IV p. 433 ausführlich erörtert

---

[1]) Lampadius, Journ. f. techn. und ökon. Chemie I p. 118.

[2]) Auf der Mastixinsel Chios beschäftigen sich über 20 Ortschaften mit der Gewinnung des Mastix. Die jährliche Ernte beträgt etwa 50,000 Ctr., wovon 21,000 Ctr. dem Paschah als Tribut zukommen.

worden ist, als Stocklack, Körner- oder Saatlack, Kuchenlack, Schalen- oder Schellack im Handel sich befindet, ist ein Product der Lack-Schildlaus (Coccus lacca). Die zur Firnißbereitung und Siegellackfabrikation dienende Sorte ist hauptsächlich der Schellack, welcher in größeren oder kleineren, unregelmäßigen, eckigen Bruchstücken von der Dicke eines Messerrückens vorkommt, bald von hellerer, bald von dunklerer, oft röthlicher Farbe und durchscheinend ist. Er besitzt eine ziemliche Härte, ist leicht brüchig, zeigt muschligen Bruch, ist geruch- und geschmacklos, schwitzt in der Hitze leicht und verbreitet dabei einen nicht unangenehmen Geruch. Er ist leicht und fast vollständig (d. h. 84 Proc. seines Gewichtes) in Alkohol löslich, namentlich in der Wärme. Nach dem Erkalten ist die concentrirtere Lösung trübe. Der Schellack wird nicht selten verfälscht, insbesondere mit Colophonium zusammengeschmolzen und in die gewöhnliche Form gebracht. Ein gutes Verfahren, den Schellack auf seine Reinheit zu prüfen, gründet sich auf dessen Löslichkeit in kochender Boraxlösung, zu welchem Behufe 1 Th. Borax in 60 Th. Wasser gelöst, 2 Th. Schellack hinzusetzt und in einem Kolben bis zum Sieden erhitzt werden. War letzterer rein, so erhält man eine ziemlich klare Flüssigkeit, welche sich mit Wasser verdünnen läßt und nur die im Schellack vorkommenden Unreinigkeiten nebst einer kleinen Menge einer harzigen kautschukähnlichen Masse ablagert, welche bei einer reinen Sorte nur 1,5 Proc., bei schlechteren aber 4—8 Proc. beträgt. Bleibt ein reichlicher, besonders während des Kochens in käseartigen Flocken sich abscheidender Rückstand und ist die Flüssigkeit sehr trüb, so verräth dies fremde Beimengungen. Nach einer anderen Probe übergießt man den zu prüfenden Schellack mit 30facher Menge Ammoniakflüssigkeit, und läßt unter öfterem Umschütteln 3—4 Stunden bei gelinder Wärme digeriren, wobei aus reinem Schellack nur Farbstoff, aus verfälschten aber auch Colophonium und Fichtenharz schon bei gewöhnlicher Temperatur aufgelöst wird; neutralisirt man die von dem ungelöst gebliebenen Antheil abgegossene Flüssigkeit mit verdünnter Essigsäure, so bleibt dieselbe in dem Falle klar, wenn der untersuchte Schellack rein war, es scheiden sich aber mehr oder weniger käseartige Flocken ab, falls der Schellack andere Harze beigemengt enthielt.

Das Elemi- oder Oelbaumharz rührt von verschiedenen Bäumen der Abtheilung Burseraceen und Amyrideen (Familie der Terebinthaceen) her. Er kommt theils aus Westindien, theils aus Mexico und Bengal. Das ostindische stammt von Amyris ceilanica, das westindische von A. elemifera. Das Elemiharz bildet gelbe durchscheinende Klumpen, welche schon durch die Handwärme erweicht werden, aromatisch riechen, erwärmend und gewürzhaft schmecken und 12—13 Proc. ätherisches Oel enthalten. Es ist

in Alkohol vollkommen löslich. Als Zusatz zu den Lacken dient es, denselben eine gewisse Zähigkeit zu ertheilen.

Die Benzoë oder das Benzoëharz stammt von Styrax Benzoïn, einem auf Sumatra, Borneo, Java und in Siam wachsenden Baume und fließt aus der Rinde und dem Holze theils freiwillig, theils aus Einschnitten. Sie erscheint im Handel in zusammengeballten, aus weißen, gelben und röthlichen Körnern bestehenden Massen, welche besonders beim Zerbrechen und beim Schmelzen einen angenehmen Geruch verbreiten. Sie schmilzt leicht in der Wärme und löst sich leicht in Alkohol. Die Benzoë enthält Benzoësäure, aber auch nicht selten Zimmtsäure; so fand z. B. Aschoff (1861) in einer Benzoësorte 11,2 Proc. Zimmtsäure. Man verwendet sie zu wohlriechenden Firnissen.

Das Animeharz oder der weiche Copal (auch Courbarillharz genannt) wird von Hymenaea Courbaril, einem in Brasilien, Cayenne und Westindien wachsenden Baume erhalten. Es kommt in unregelmäßigen Stücken von blaßgelber Farbe und staubiger Oberfläche im Handel vor, und schließt nicht selten Insekten ein, weshalb man ihm nicht mit Unrecht den Namen animé, belebt, gegeben hat. Es enthält eine geringe Menge, kaum $^1/_5$ Proc. flüchtiges Oel, von welchem es einen unangenehmen Geruch besitzt; bei vorsichtigem Erwärmen kann es bei 100° geschmolzen werden, ohne seine Farbe zu verändern; es löst sich in der Kälte vollständig in Terpentinöl und auch leicht in Alkohol (Unterschied vom Copal).

Der Dammarharz (oder Katzenaugenharz) stammt von der Dammar-Fichte, Agathis loranthifolia und A. australis, welche auf Neuseeland und den Molukken wächst. Es bilden sich an dem Baume nahe über der Wurzel Auswüchse von Kopfesgröße, aus denen ein klebriger Saft fließt, welcher nach einigen Monaten zu einem harten Harze erhärtet. Es bildet unregelmäßige, oft sehr große, klare, durchsichtige, wasserhelle oder gelbliche, glasartige Stücke, welche sich leicht brechen und zerreiben lassen, geruchlos sind und harzig schmecken. Sein spec. Gewicht ist 1,04—1,123. Bei 100° erweicht es, schmilzt bei etwas höherer Temperatur und löst sich in warmem Alkohol vollständig auf. Besonders gut löst es sich in einem Gemenge von 4 Th. Terpentinöl und 2 Th. Alkohol. In kaltem Alkohol ist es nur vollständig löslich, wenn es vorher wie Copal behandelt worden ist.

Der Terpentin ist ein Weichharz, welches von selbst oder in Folge gemachter Einschnitte aus mehreren Pinusarten ausfließt. Seine physikalischen Eigenschaften wechseln, wie es scheint, nach der Art, dem Alter des Baumes, der Einsammlung und dem Klima. Die Gewinnung des Terpentins beginnt im Frühjahr und endigt im October. Während des Winters

läuft aus den Einschnitten immer noch Terpentin; derselbe erhärtet aber zu gelblich-weißen, undurchsichtigen Krusten und führt den Namen Galipot. Die im Handel vorkommenden Terpentinsorten sind:

1) der gemeine Terpentin von Pinus sylvestris und P. Abies; er ist dickflüssig, zähe, unklar, graugelb, schmeckt bitter und brennend, und besitzt nur einen schwachen Geruch. Man gewinnt ihn in den Fichtenwaldungen Deutschlands, in Thüringen, auf dem Schwarzwalde ꝛc.;

2) Der venetianische Terpentin wird von Pinus Larix gewonnen und kommt aus Tyrol, der Schweiz, aus Steiermark und Ungarn. Er ist klar, durchsichtig, farblos oder schwach gelblich und von Honigconsistenz; sein Geruch ist stark und unangenehm, sein Geschmack bitter und brennend;

3) der französische Terpentin wird in der Gegend von Bayonne und Bordeaux von Pinus maritima in großer Menge gewonnen;

4) der Straßburger Terpentin von Pinus picea;

5) der karpatische und ungarische Terpentin, der erstere von Pinus cembra, der letztere von P. Mughos;

6) der kanadische Terpentin von Pistacea Terebinthus; er ist gelb, grünlich, durchscheinend, zähe, von Honigconsistenz, von angenehmen Geruch und von minder scharfem Geschmack als alle übrigen Sorten.

Der Terpentin ist ein Gemenge von ätherischem Oele (25 Proc.) mit einem festen Harze, welches wesentlich aus einer Harzsäure, der Pininsäure, besteht. Wird der Terpentin mit Wasser destillirt, wobei das Terpentinöl fast gänzlich übergeht und der Rückstand geschmolzen und durch Stroh gesiebt, so erhält man den gekochten Terpentin oder das Burgunder Pech (poix de Bourgogne); wird dieser Rückstand mit dem sechsten Theile seines Gewichtes Wasser durchgearbeitet, so erhält man das gelbe Fichtenharz des Handels. Wenn man den gekochten Terpentin über mäßigem Feuer schmilzt und so lange im Schmelzen erhält, bis alles Wasser und Oel verdampft ist, so entsteht das Colophonium (colophane, brai sec, *colophony*), welches weißlich-gelbe, röthliche, rothdurchscheinende, dunkelbraune bis schwarze Stücke bildet, welche sich leicht zerreiben lassen und sich mit Leichtigkeit in Alkohol, ätherischen und fetten Oelen lösen. Es kommt in großen Quantitäten aus Nordamerika zu uns. Zur Bereitung der Harzfirnisse wählt man die hellgelben Sorten Colophonium, welche den Namen Geigenharz führen.

Der Asphalt (Judenpech), welcher zu schwarzem Firniß, besonders auf Eisenwaren, noch hie und da Anwendung findet, kommt vor im todten Meere, in Persien und in anderen Theilen von Asien; ferner findet er sich in Frankreich im Departement des Niederrheins, namentlich zu Soult, Lobsann,

Bechelbrunn, und im Ain-Departement an der Rhone, in der Erstreckung von Seyßel bis zur porte du Rhone. Auch in der Schweiz kommt er vor, im Val Travers im Canton Neufchatel u. s. w. Er bildet schwarze, undurchsichtige Massen, hat muschligen Bruch, starken Glanz, ist in Alkohol sehr wenig, in Steinöl, Terpentinöl, Benzol und Photogen entweder vollkommen oder zum großen Theile löslich.

Seit dem Aufblühen der Theerindustrie ist bei weitem der größte Theil des Asphalts, welcher in der Firniß- und Lackbereitung Anwendung findet, künstlicher oder deutscher Asphalt; er ist tiefschwarz, glashart, fühlt sich fettig an, schmilzt leicht und löst sich vollständig in Terpentinöl, Pinolin, Benzol, Photogen, Carbolsäure u. dgl., zum Theil löst er sich auch in fetten Oelen.

§. 81.

I. Leinölfirniß.

Zur Bereitung dient das Leinöl, welches jedoch für einzelne besondere Zwecke durch Hanföl, Mohnöl oder Nußöl ersetzt wird. Das Leinöl theilt zwar die Eigenschaft aller trockenen Oele, an der Luft zu einer zähen, festen, durchsichtigen Masse einzutrocknen, dies geschieht jedoch nur langsam und unvollständig. Weit vollkommener findet das Trocknen statt, wenn das Leinöl längere Zeit hindurch einer höheren Temperatur und der Einwirkung der Luft ausgesetzt oder mit gewissen Körpern, namentlich einigen Metalloxyden und Verbindungen derselben erhitzt oder digerirt wird.

Handelt es sich nur darum, einen zähen Firniß zu bereiten, so braucht man das Leinöl nur rasch zu erhitzen und bis zu der verlangten Zähigkeit auf dem Siedepunkt zu erhalten. Man verwendet am besten zum Firnißbereiten altes abgelagertes Leinöl, welches aber durch das Ablagern von allen schleimigen und eiweißartigen Bestandtheilen befreit worden ist. Muß man sich des frisch bereiteten Oeles bedienen, so reinigt man es vorher durch Auswaschen mit Wasser, am besten Salzwasser, indem man einem Glasballon bis zur Hälfte mit Oel und Wasser, von jedem gleiche Theile, anfüllt, tüchtig durcheinander schüttelt, das Oel von dem Wasser abzieht, frisches hinzusetzt und die nämliche Operation 2—3mal wiederholt, bis das Wasser nur noch sehr wenig gefärbt erscheint. Bei größerem Betriebe wendet man zum Mischen des Wassers mit dem Leinöl ein Butterfaß oder die Mischgefäße an, die in den Solaröl- und Photogenfabriken zum Mischen der Oele mit Schwefelsäure Anwendung finden. Die Absonderung der schleimigen Theile wird wesentlich beschleunigt, wenn man zu dem Wasser etwas Alaun setzt. Man kann jedoch

auch auf trockenem Wege die schleimigen Theile beseitigen, indem man das Leinöl in einem kupfernen Kessel bis fast zum Sieden erhitzt, den sich bildenden Schaum abnimmt, das Oel ungefähr eine Stunde noch in gelindem Sieden erhält, dann abkühlen und in einem steinernen Gefäße längere Zeit stehen läßt, bis es sich hinreichend geklärt hat. Werden vor dem eigentlichen Firnißsieden nicht alle Schleimtheile auf das Sorgfältigste entfernt, so werden dieselben während des Siedens verkohlt und bewirken nicht nur eine dunkle Färbung des Firniß, sondern bleiben auch als harte kohlige Krümchen in dem Oele suspendirt, was begreiflicherweise bei dickem Firniß, welcher nicht filtrirt werden kann, ein großer Uebelstand bleibt. Während des Siedens hat man sorgfältig darauf zu achten, daß die von dem Oel nicht bedeckten Ränder des Kochgefäßes nicht zu heiß werden, weil dadurch eine dunkle Färbung des Firniß, später aber eine Verkohlung erfolgt, fast stets auch hierdurch eine Entzündung des Firniß veranlaßt wird.

Wird das Oel in irdenen Gefäßen gekocht, so erhält man wenig gefärbte Firnisse. In kupfernen Kesseln, in welchen man im Großen den Firniß zu kochen pflegt, tritt schon durch das Kupfer eine dunklere Färbung ein; von dem nachtheiligsten Einflusse jedoch ist es, wenn man die Erhitzung nicht blos vom Boden ausgehen, sondern selbst bei eingemauerten Kesseln dieselben umspielen läßt. Handelt es sich darum, farblosen Firniß zu erzeugen, so wird man daher in irdenen Gefäßen, deren Boden allein erwärmt wird, kochen müssen, und zwar bei einer nur sehr langsam gesteigerten, aber das Kochen nicht erreichenden Temperatur. Kommt es jedoch nur darauf an, einen zähen Firniß zu bereiten und ist die Farbe ohne Belang, so erhitzt man das Oel in einem kupfernen Kessel rasch, jedoch nur am Boden, bis zum Kochpunkt. Hierbei kommt es häufig vor, daß das Oel zu steigen beginnt und man oft nicht mehr Zeit gewinnt, um durch Entfernen oder Abschließen des Feuers, oder durch Ausschöpfen das Ueberfließen zu verhindern. Zweckmäßig ist es, ein Gefäß mit kaltem, schon fertigem Firniß bereit zu halten und diesen zur Abkühlung zuzusetzen. Am besten vermeidet man das Uebersteigen durch langsames gleichmäßiges Feuern, so wie dadurch, daß der mit dem Kochen beschäftigte Arbeiter, sobald das Oel heiß geworden, ununterbrochen mit einer großen, fein durchlöcherten Schöpfkelle Oel ausschöpft und so hoch als möglich wieder in den Kessel zurückfließen läßt; hierdurch wird nicht nur das Oel abgekühlt, sondern auch der Hauptzweck des Siedens, die beginnende Oxydation des Oeles (Ozonisation?) wesentlich befördert. — Auf dieses Princip hat man eine verbesserte Methode des Firnißsiedens basirt, indem man durch eine Pumpvorrichtung das erhitzte Oel fortwährend in ein höher gelegenes Gefäß hebt, und daraus in einem feinen Strahl in den Siedekessel zurückfließen

läßt, wobei zugleich (wie bei Waltons, §. 83, beschriebenem Apparat) durch einen Ventilator ein erhitzter Luftstrom dem herabrinnenden Firniß entgegengetrieben wird. Das Firnißbereiten wird dadurch wesentlich beschleunigt, daß man durch ein am Boden des Siedekessels liegendes, fein durchlöchertes Rohr einen stark erhitzten Luftstrom eintreibt. Es ist, meint H. Schwarz — die Frage, ob man bei hinlänglichem Erhitzen der Luft das Firnißbereiten nicht dadurch allein bewirken könne. Wenn Emil Winkler sagt, daß man in das Leinöl bei der Firnißbereitung auf 2 Kilogr. Leinöl 64 Grm. Späne von englischem Zinn und eine gleiche Menge Bleispäne anwenden und so lange erhitzen solle, bis die Metalle geschmolzen seien, so entspricht dieses ungefähr einer Temperatur von 190° C.

Beim Firnißkochen hat man stets einen Deckel entweder von Metall, oder von Holz, auf der unteren Seite mit feuchter Packleinwand versehen, vorräthig zu halten, um denselben auf die Ränder des Kessels aufdrücken zu können, falls das Oel sich entzünden sollte.

Ein so bereiteter Firniß entspricht zwar allen Anforderungen hinsichtlich der Haltbarkeit, trocknet jedoch nicht so schnell, als es der Fall sein würde, wenn während des Kochens gewisse Bleiverbindungen oder einige andere Metalloxyde zugesetzt worden wären. Die Vorschriften, welche die Zusätze beim Firnißkochen betreffen, sind nicht zu zählen; bei der noch gänzlich mangelnden Kenntniß der Theorie des Firnißkochens ist wohl die Annahme gerechtfertigt, daß ein großer Theil dieser Zusätze völlig nutzlos erscheint, namentlich bezieht sich das auf die so häufig vorgeschriebenen Zusätze von Zwiebeln, Mohrrüben, Brotrinde, Blockfischbein (Ossa sepia), welche höchstens als rohe Erkennungs- und Regulirungsmittel der Temperatur dienen können, indem man den Firniß so lange sieden läßt, bis diese Substanzen braun werden. Andere Zusätze, wie die Bleiverbindungen, sind von unbestritten günstigem Einflusse auf das Trocknen des Firniß, nur dürfen sie nicht in zu großer Quantität verwendet werden, weil sonst der Firniß leicht eine gallertartige Beschaffenheit annimmt. Von den Bleiverbindungen ist das Bleisuperoxyd (namentlich das auf nassem Wege mittelst Bleiweiß und Chlorkalk dargestellte; vergl. Bd. I. p. 417) die wirksamste, dann folgt die Mennige, hierauf die Bleiglätte und endlich das kohlensaure Bleioxyd. Man wendet in der Regel 8—10 Proc. Bleisuperoxyd oder Mennige, und 14—18 Proc. Bleiweiß an. Auf welche Weise die Bleioxydverbindungen wirken, ist noch nicht untersucht, man nimmt gewöhnlich an, daß sich Bleiseife bilde, welche sich in dem überschüssigen Firniß auflöst; diese Bleiseife solle, als trockne harzige Substanz die Fettigkeit des Leinöles vernichten. Die Bleisuperoxyde, welche in der Firnißbereitung besonders gute Resultate liefern, mögen auch noch dadurch, daß sie sauerstoff-

gebend auf das Oel einwirken, die trocknenden Eigenschaften des Firniß befördern.

Auf nassem Wege (ohne Kochen) erhält man nach v. Liebig's Vorschrift einen hellen Firniß, indem man auf 1 Kilogr. Leinöl 32 Grm. feingeriebene Bleiglätte zusetzt und damit gut mengt, hierauf 100 Grm. Bleiessig hinzufügt und während einer Woche unter öfterem Umschütteln damit digerirt. Bei ruhigem Stehen scheidet sich die wässrige Bleilösung, in der ein weißer Schlamm suspendirt ist, unten ab, und oben auf schwimmt der weingelbe Firniß. Ist er etwas trübe, wie es zuweilen vorkommt, so filtrirt man ihn durch Baumwolle, um ihn vollkommen klar zu erhalten. Er enthält 3 — 5 Proc. Bleioxyd gelöst und trocknet bei mäßiger Wärme in vierundzwanzig Stunden vollkommen. Wenn es nothwendig erscheint, so entfernt man durch Schütteln mit verdünnter Schwefelsäure alles Bleioxyd; der Firniß wird aber in diesem Falle etwas weniger trocknend. Der von v. Liebig vorgeschlagene Leinölfirniß ist leider zu wenig consistent und zähe, und trocknet etwas zu langsam, um allgemeine Anwendung finden zu können.

§. 82.

Der Vorgang beim Firnißsieden und beim Austrocknen des Firniß ist wissenschaftlich noch nicht genügend eruirt. Wie die Versuche von Th. de Saussure gezeigt haben, nimmt Leinöl (die übrigen trocknenden Oele verhalten sich dem Leinöl gleich) bei gewöhnlicher Temperatur nur sehr langsam Sauerstoff auf, erlangt aber in einem gewissen Stadium der Oxydation plötzlich eine große Anziehungskraft für den Sauerstoff. In dieses Stadium sucht man nun das Leinöl behufs der Firnißbereitung durch Erhitzen an der Luft überzuführen. Wird der Firniß in diesem Zustande in dünnen Lagen der Luft dargeboten, so absorbirt er begierig Sauerstoff und geht dadurch in die zähe feste Firnißdecke über. Es scheint das Leinöl, analog dem Terpentinöl, ozonisirend auf den Sauerstoff der Atmosphäre einzuwirken. Der Firniß, der diese Eigenschaft des Leinöles in hohem Grade besitzt, könnte mithin als Leinöl bezeichnet werden, welches durch Ozonisiren unter Mitwirkung höherer Temperatur bereits so weit umgewandelt worden ist, daß es, der Luft ausgesetzt, ozonisirend auf den atmosphärischen Sauerstoff einwirkt, das Ozon absorbirt und dadurch sich verharzt. Ob die hier und da übliche Beimischung von Terpentinöl zum Leinölfirniß das Trocknen desselben in Folge von Ozonbildung befördert, ist zwar noch nicht durch Versuche ermittelt, jedoch sehr wahrscheinlich.

Es ist bekannt, daß der Leinölfirniß zum größten Theile zum Anstreichen der Thüren, Fensterrahmen u. dgl. Anwendung findet. Der Bleigehalt des

Firniß war natürlich nicht nachtheilig, so lange man sich des Bleiweiß als Anstrichfarbe bediente. Als aber der Zinkweißanstrich an die Stelle des Bleiweißanstriches trat, welcher erstere vor dem letzteren den Vorzug hat, daß das Zinkweiß durch schwefelwasserstoffhaltige Erhalationen nicht geschwärzt wird und die Zinkverbindungen nicht solch einen nachtheiligen Einfluß auf die Gesundheit der Menschen ausüben wie das Blei und seine Verbindungen (vrgl. Bd. I p. 412), mußte man natürlich den bleihaltigen Firniß fallen lassen und den Firniß mit Hülfe anderer Trockenmittel bereiten. Man hatte zwar früher beim Sieden des Firniß als Trockenmittel häufig Zinkvitriol zugesetzt, jedoch stets in Verbindung mit Bleiglätte; es ist aber sehr dahin zu stellen, ob der Zinkvitriol in der That vortheilhaft einwirkte. Es wäre sogar sehr leicht möglich, daß dadurch nur derjenige Firniß verbessert worden ist, welchem zu viel Bleioxyd zugesetzt wurde, indem die Schwefelsäure des Zinkvitriols das überflüssige Bleioxyd als unlösliches schwefelsaures Bleioxyd ausfällt und so die Beimengung von zu viel Bleipflaster verhindert. Es war daher für die Firnißbereitung von Wichtigkeit, als E. Barruel und Jean[1]) im Jahre 1853 die Beobachtung machten, daß das borsaure Manganoxydul ein sehr gutes Siccatif sei. F. Schubert (in Würzburg) fand, daß 100—125 Grm. dieser Verbindung hinreichend seien, um 1 Kilogr. Leinöl in einen schnell trocknenden Firniß zu verwandeln. Nach Binks ist wahrscheinlich, daß nur das Manganoxydul der wirksame Bestandtheil obiger Verbindung ist, er empfiehlt deshalb den Manganölfirniß[2]), welchen man bereitet, indem man 2—5 Th. Manganoxydulhydrat in 1000 Th. Leinöl suspendirt und die Mischung der Luft aussetzt, wobei das Manganoxydul und zugleich das Oel sich oxydirt. Letzteres nimmt dabei allmählig die dunkelbraune Farbe des gekochten Leinöles an. Das sich bildende Manganoxydhydrat setzt sich in dem Oele zu Boden und wird nachher davon abgesondert. Statt des Manganoxydulhydrates soll auch Eisenoxydulhydrat benutzt werden können.

Das von Barruel von Paris aus in den Handel gebrachte Siccatif zumatique besteht nach einer Untersuchung von Bolley aus 94—95 Proc. Zinkweiß und 5—6 Proc. borsaurem Manganoxydul; $2^1/_2$ Proc. davon sind hinreichend, um das Trocknen von Oelanstrichen zu bewirken.

Ein sehr gewöhnliches Siccatif, welches die *Société de la Vieille-Montagne* in den Handel bringt, besteht nach J. Girardin in 100 Theilen aus

[1]) E. Barruel und Jean, Compt. rend. XXXVI p. 577.

[2]) Auch J. Hoffmann (Wagners Jahresbericht 1857 p. 432) empfiehlt die Bereitung von Leinölfirniß mit borsaurem Manganoxydul.

wasserfreiem Manganvitriol		6,66
,,	essigsaurem Manganoxydul	6,66
,,	Zinkvitriol	6,68
Zinkweiß		98,00
		100,00

Chevreul, welcher im Jahre 1857 eine Abhandlung über das Anstreichen mit Oelfarbe und die Bereitung von Oelfirniß veröffentlichte, empfiehlt als Siccatif das Mangansuperoxyd und sagt, daß man, um ein recht trocknendes Leinöl zu erhalten, dasselbe nur mit 15 Proc. Braunstein zu versetzen und drei Stunden lang zu erhitzen brauche.

Da, wie es scheint, das Trocknen des Firniß auf Ozonbildung zurückzuführen ist, so wäre zu versuchen, wie die gewöhnlichen Oxydationsagentien wie Chromsäure, Uebermangansäure, salpetrige Säure (welche bekanntlich das Leinöl nicht in Elaïdinsäure überführt), vielleicht auch Ferridcyankalium zu Leinöl sich verhalten.

Nicht uninteressant ist die Beobachtung von Roussin und Pera, daß Chlorschwefel Leinöl in Firniß überführt. Verdünnt man Leinöl mit dem 30—40fachen Gewicht Schwefelkohlenstoff und setzt den vierten Theil des Gewichtes des Leinöles an Schwefelchlorür zu, so erhält man ein Product, welches einige Tage lang flüssig bleibt. Wenn man die so erhaltene Verbindung (welche in Schwefelkohlenstoff aufgelöst ist) auf Holz, Glas u. dgl. aufträgt, so verdampft der Schwefelkohlenstoff sofort und man hat augenblicklich einen Firniß.

§. 83.

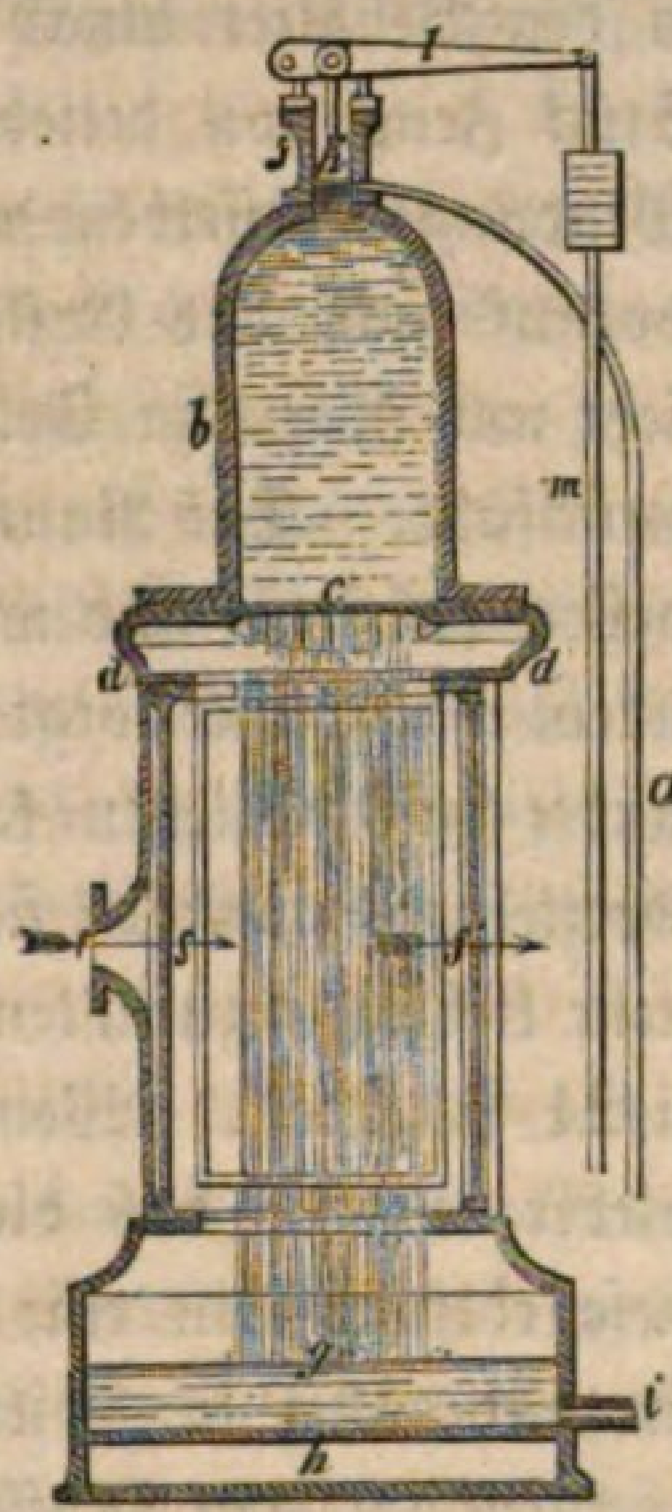
Die früher schon wiederholt geäußerte Idee, um das Trocknen des Anstriches mit Leinölfirniß zu beschleunigen, den Firniß in eine harzähnliche Masse zu verwandeln, und diese dann in einem flüchtigen Lösungsmittel zu lösen, wodurch ein Firniß entsteht, welcher äußerst rasch trocknet, ist in jüngster Zeit von Neuem und zwar in so concreter Form aufgetaucht, daß sie wohl Beachtung verdient. Walton[1]) nämlich führt zunächst das Oel in eine harzähnliche Masse über, indem er demselben eine große Oberfläche giebt, und warme Luft darauf wirken läßt. Zur Verdickung des Oeles, so wie zu dessen Umwandlung in Firniß wendet er den Fig. 22 abgebildeten Apparat an. Abgelagertes Leinöl wird mit einem passenden Siccatif vermischt. Die Mischung läßt man hierauf durch den Apparat gehen. a ist ein Rohr, durch das mit Hülfe einer Druckpumpe das Oel in den Behälter b getrieben wird, welcher

---

[1]) Vrgl. Wagner's Jahresbericht 1860 p. 549.

mit einem siebähnlich durchlöcherten Boden c versehen ist. Das Oel fällt in dünnen Strahlen durch die Säule d, wobei es mit bewegter Luft, die mit Hülfe eines Ventilators bei e eintritt, in Berührung kommt. Zwei Seiten der Säule bestehen aus Glaswänden, damit das eintretende Licht auf das Oel bleichend einwirke. f und f′ sind durchlöcherte Zinkplatten; f hat den Zweck, die Luft beim Eintritt in den Apparat über die ganze Säule zu vertheilen, durch f′ tritt die Luft aus. Der eintretende Luftstrom braucht nur ein mäßiger zu sein. Das Oel gelangt in das Reservoir g, welches durch den darunter befindlichen Raum h mittelst Wasserdampf bis auf 100—170° C. erhitzt wird. i ist ein Rohr, durch welches das Oel wieder in die (in der Abbildung nicht mit dargestellte) Pumpe gelangt, durch diese in das Reservoir b getrieben wird u. s. f., bis die beabsichtigte Umwandlung eingetreten ist. An dem oberen Ende von b ist ein kleiner Cylinder j, in welchem sich ein Kolben k befindet, der mit einem Hebel l verbunden ist. Dieser Hebel wird so stark belastet, als dem Druck, welchen man in b hervorbringen will, entspricht. Die Stange m wird mit einem Hahn des Rohrs i verbunden, in der Art, daß, wenn der Kolben k in Folge eines zu großen Druckes steigt, die Communication zwischen der Pumpe und dem Behälter g aufgehoben wird.

Fig. 22.



Das in vorstehender Weise hinreichend verdickte Oel kann zum Anstreichen und für andere Zwecke statt des gekochten Oels verwendet werden, und ist vor diesem insofern vorzuziehen, als es eine hellere Farbe besitzt. Unter Umständen, namentlich wenn möglichst wenig Bleioxyd angewendet werden soll, kocht man das Oel wie gewöhnlich, bevor man es der Einwirkung der Luft aussetzt. In diesem Falle wird nach dem Kochen keine Bleioxydverbindung hinzugefügt und bei der nachherigen Einwirkung der Luft die Temperatur nicht so hoch als bei ungekochtem Oel gesteigert, sondern nur auf 100° C. gebracht. Das aus gekochtem Oel erhaltene Produkt besitzt indeß eine dunklere Farbe.

Wenn man die oben erwähnte harzartige Masse darstellen will, kommt auch der vorgeschriebene Apparat in Anwendung, die Verdickung des Oels wird aber auch in diesem Falle mit Hülfe dieses Apparats nur so weit fortgeführt, daß das Oel immer noch flüssig bleibt. Man breitet es nämlich nachher in dünner Schicht an der Luft aus und läßt ferner warme Luft darauf

wirken, wobei es vollends in die harzige Masse übergeht. Zu diesem Zweck bringt man das Oel in einen Behälter, zu welchem ein Gestell gehört, welches in den Behälter hinab gelassen werden kann. In diesem Gestell wird ein Stück Zeug von beliebiger Länge in solcher Art befestigt, daß die einzelnen Windungen desselben, welche horizontal zu liegen kommen, sich nicht berühren, worauf man das Gestell nebst dem Zeug in das Oel taucht, wieder heraus zieht und über dem Oelbehälter hängen laßt, damit das Abtropfende in diesen zurückfällt. Der Raum, in welchem diese Behandlung erfolgt, wird angemessen erwärmt und mittels eines Ventilators erwärmte Luft hinein geleitet, indem man dafür sorgt, daß die verdorbene, theilweise ihres Sauerstoffs beraubte Luft abziehen kann. Das Oel, welches das Zeug in dünner Schicht überzieht, verwandelt sich unter diesen Umständen alsbald in eine trockne, nicht mehr klebrig anzufühlende Masse; diese Umwandlung erfolgt im Allgemeinen in 24 Stunden. Wenn sie erfolgt ist, taucht man das Gestell mit dem Zeug wieder ein, so daß dieses sich mit einer zweiten Schicht Oel überzieht, läßt diese ebenfalls in eine trockne harzige Masse übergehen, taucht dann wieder ein und fährt in dieser Weise fort, bis eine etwa $^1/_8$ Zoll dicke Schicht der trocknen harzigen Masse auf dem Zeug entstanden ist, was einige Wochen lang dauert. Um diese Masse von dem Zeug zu entfernen, zieht man dasselbe langsam zwischen zwei durch Dampf erhitzten Platten durch, die nur so weit von einander abstehen, daß das Zeug ohne den Ueberzug hindurch gehen kann. Das Hindurchziehen wird durch ein Paar Walzen bewirkt, welches über den Platten angebracht ist. Im Anfange muß man das Ende des Zeugs bis auf einige Zoll Breite durch Abschaben von dem Harzüberzug befreien, worauf man dieses Ende zwischen den Platten und den Walzen durchführt; letztere fassen nun das Zeug und ziehen es fernerhin zwischen den Platten durch, wobei die harzige Masse von den Platten abgestreift wird. Das Zeug wird dann wieder zu demselben Zweck verwendet. Die Harzmasse wird in Alkohol oder Holzgeist aufgelöst. —

§. 84.

Schellackfirniß.

Eine Auflösung von Schellack (vergl. Seite 184) in Alkohol bildet den Schellackfirniß, welcher nach dem Copalfirnisse der festeste und dauerhafteste von allen Firnissen ist. Jedoch ist er bei Anwendung von gewöhnlichem, nicht präparirten Schellack röthlich gefärbt, daher nicht für helle Gründe geeignet, weil der Schellack noch kleine Mengen des Coccusfarbstoff enthält (vergl. Bd. IV p. 433), welcher reichlich in dem Stocklack, aus welchem der

Schellack hergestellt wird, sich findet. Der Schellack wird mithin nur für farbige und dunkle Gründe angewendet. Soll der Schellack farblos werden, so muß man das Harz vorher bleichen, oder das Pigment mittelst Chlor zerstören.

Das Bleichen des Schellacks kann auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden. Nach Elsner löst man den Schellack in starkem Alkohol, digerirt gekörnte Knochenkohle vierzehn Tage damit und filtrirt dann; die Natur des Harzes wird dabei nicht verändert. Noch vollständiger wird der Schellack entfernt, wenn man die weingeistige Lösung mit der Thierkohle kocht. Die so präparirte Lösung giebt härtere und glänzendere Ueberzüge, als Lösungen von gebleichtem Schellack, welcher überdies häufig aus Mangel an sorgfältigem Auswaschen sich wegen eines Gehaltes an Salzen sehr unvollkommen in Alkohol löst.

Das Bleichen des Schellacks mit Chlor zeigt einige Uebelstände; ein Mal wird durch Chlor die Natur des Harzes leicht verändert, in deren Folge die weingeistige Lösung keine festen, glänzenden, sondern nur sehr matte, spröde Firnißüberzüge liefert; das andere Mal wird durch zurückbleibende Salze der Schellack in Weingeist unlöslich. Nach Wittstein's Vorschrift soll jedoch der Schellack seine specifischen Eigenschaften beibehalten; nach ihr digerirt man 1 Kilogr. Schellack mit 4 Liter Alkohol; andererseits laugt man 1 Kilogr. Chlorkalk (mit mindestens 20 Proc. wirksamem Chlor) mit Wasser aus, verwandelt die Lösung durch Fällen mit Potasche oder Soda in Javelle'sche Lauge, vermischt diese mit der Schellacklösung und fällt nach einer halben Stunde daraus den Schellack mit Salzsäure, wäscht ihn mit siedendem Wasser aus und trocknet ihn dann an der Luft. Aus der sauren Flüssigkeit wird nach der Sättigung mit Kalkhydrat der Alkohol durch Destillation gewonnen. Um dem gebleichten Schellack ein schöneres Ansehen zu geben, bringt man das ausgewaschene Harz in siedendes Wasser, worauf es so lange gerollt, ausgezogen, zusammengedreht, wieder ausgezogen u. s. w. wird, als es seine Weichheit gestattet. Der gebleichte Schellack nimmt dadurch einen seidenartigen, sehr schönen Glanz an, erscheint vollkommen weiß und ist leicht löslich in Alkohol.

Behufs der Bereitung von Firniß löst man den Schellack in starkem Alkohol in dem Wasserbade auf, 1 Th. Schellack auf 4—5 Th. Alkohol sind in den meisten Fällen passende Verhältnisse. Die Auflösung, welche beim Erkalten gallertartig erstarrt, wird durch einen leinenen Spitzbeutel filtrirt, oder falls sie zu dick sein sollte, vorher durch ein leinenes Tuch gedrückt. Durch Zusatz von $^1/_6$ bis $^1/_{10}$ seines Gewichts venetianischen Terpentins kann man den Schellack weicher und zäher machen. Auf Kosten der Dauer-

haftigkeit erhöht man den Glanz dieses Firnisses durch Zusatz von Mastix- und Sandaraklösungen. Noch besser als durch Terpentin benimmt man dem Schellack seine allzugroße Sprödigkeit durch eine Lösung von Elemiharz in Terpentinöl. Zu dem Ende übergießt man 3 Kilogr. hellen Schellack mit 10 Kilogr. Alkohol von 90° Tr. (= 0,833 spec. Gew.), und rührt, ohne zu erwärmen, um, bis der Schellack völlig zertheilt ist. Eine Auflösung ist die so erhaltene Flüssigkeit nicht zu nennen, weil der wachsähnliche Bestandtheil des Harzes nur im aufgequollenen flockigen Zustande darin suspendirt ist. Die Erfahrung hat gezeigt, daß eine Lösung von Schellack in Alkohol einen glänzenden Ueberzug giebt, wenn man alles Erwärmen unterlassen hat. Zu der weingeistigen Schellacklösung setzt man eine Auflösung von 0,5 Kilogr. Elemiharz in 0,5 Kilogr. Terpentinöl. Dem Elemiharz gebührt der Vorzug vor dem Terpentin, weil ersteres an der Luft nie spröder wird, während Terpentin zuletzt nur das spröde Colophonium hinterläßt, welches die Sprödigkeit eines alten Schellackfirnißüberzuges noch erhöht.

Als Beispiele von Schellackfirnissen für specielle Zwecke seien folgende angeführt:

1) der gewöhnliche braune Buchbinderlack wird bereitet durch Auflösen von 16 Grm. Körnerlack in 100 Grm. Alkohol von 92° Tr., Filtriren der Lösung, Abdampfen derselben bis zur Hälfte, und Versetzen der Lösung mit 1 Grm. Lavendelöl;

2) die Schreinerpolitur ist nichts Anderes, als eine dünne Lösung von Schellack in Alkohol, welche man auf ein vorher mit etwas Leinöl benetztes Läppchen von Leinwand gießt und damit das geglättete Holz so lange wiederholt reibt, bis es einen genügenden Glanz angenommen hat. Die Lösung wird gewöhnlich nicht filtrirt, jedoch mit Unrecht, denn namentlich beim Poliren von Hölzern mit weiten Poren entsteht durch den in der Lösung suspendirt enthaltenen wachsartigen Körper eine matte, unangenehme Farbe. Auch darf der zur Lösung des Schellacks angewendete Alkohol nicht zu schwach sein, weil außerdem die Poren des Holzes sich zu sehr öffnen. Eine vorzügliche Vorschrift zur Bereitung der Schreinerpolitur ist folgende: Man löst 125 Grm. Schellack in $^1/_2$ Liter Alkohol von 92° Tr., filtrirt kalt und versetzt das Filtrat mit einer Lösung von 1 Grm. Benzoë in 30 Grm. Alkohol;

3) der zum Lackiren von Messing, Bronze, weißen Legirungen u. dergl. dienende Goldlackfirniß ist eine kalt filtrirte Lösung von 375 Grm. blonden Schellack, 8 Grm. Gummigutt, 8 Grm. Drachenblut in $^1/_2$ Kilogr. Alkohol von 92° Tr.

Die Hutmacher wenden hier und da eine weingeistige Schellacklösung zum Steifen der Hüte an, häufiger jedoch auch eine Lösung von Schellack in

Borax, Soda oder Potasche. Die dickliche Flüssigkeit wird auf die Innenseite der Hüte aufgetragen, und nachdem dieselbe getrocknet, durch Eintauchen der Hüte in sehr verdünnten Essig der Schellack unlöslich gemacht.

§. 85.

Dammarfirniß, Sandarakfirniß, Mastixfirniß.

Dammarfirniß. Das Dammarharz (vergl. Seite 185) findet seiner Farblosigkeit, Auflöslichkeit und seines billigen Preises wegen eine ausgedehnte Anwendung zu Firnissen, welche zum Ueberziehen von Oelanstrichen auf Thüren, Fensterrahmen, Lamperien u. s. w. in Zimmern benutzt werden. Zur Bereitung des Dammarfirniß wird Dammarharz in ausgesucht hellen Stücken, gröblich zerrieben, längere Zeit einer mäßigen Wärme ausgesetzt und dann in seinem 3—4fachen Gewicht Terpentinöl (oder Benzol der Theerfabriken) bei gelinder Wärme gelöst. Wurde das Harz vorher nicht gehörig getrocknet, so erhält man trübe Firnisse, die sich nur sehr schwer klären. Auch mit Alkohol versetzte Lösungen in Terpentinöl sind im Gebrauch. Einen solchen Firniß erhält man z. B., indem man 160 Grm. Dammarharz in 200 Grm. Terpentinöl heiß löst und zu der Lösung 100 Grm. Alkohol von 92° Tr. setzt.

Sandarakfirniß. Das Sandarakharz (vergl. Seite 183) löst sich in Alkohol zu einer fast farblosen Flüssigkeit auf, leider giebt die Lösung einen der wenigst dauerhaften, festen und sprödesten Firnisse, weshalb man ihn ohne Zusatz eines weicheren Harzes gar nicht benutzt; man löst daher zugleich Anime, Elemi, Campher, am häufigsten venetianischen Terpentin auf, oder setzt diese Lösungen nachher der Sandaraklösung zu. Ein Zusatz von Terpentin macht den Firniß anfangs sehr biegsam und minder leicht durch Stoß oder Reibung als weißes Pulver abfallend, mit der Zeit jedoch verdampft das Terpentinöl und das Colophonium bleibt von einer Sprödigkeit zurück, welche der des Sandaraks gleichkommt. Je größer der Terpentinzusatz war, desto stärker ist der Ueberzug später dem Reißen und Springen ausgesetzt, besonders wenn er dick aufgetragen wurde.

Damit beim Auflösen des Harzes in Weingeist ein Zusammenballen des Harzes verhindert werde, setzt man eine gewisse Menge grobes Glaspulver hinzu, ein Mittel, von welchem man auch in anderen Fällen vortheilhaft Gebrauch machen kann. Einen zu empfehlenden Sandarakfirniß erhält man durch Auflösen von 50 Grm. Sandarak, 30 Grm. gestoßenem Glas in 230 Grm. Alkohol und Zusatz von 50 Grm. venetianischem Terpentin; indessen auch dieser Firniß nimmt mit der Zeit eine unangenehme Sprödigkeit

an. Ein Zusatz von Schellack statt des Terpentins macht den Firniß härter und dauerhafter.

Der Mastirfirniß verhält sich dem Sandarakfirniß ähnlich, nur ist der Mastirüberzug etwas härter und daher weniger leicht abzureiben. Man löst den Mastir in Alkohol oder in Terpentinöl, oder in einem Gemenge von beiden, gewöhnlich unter Zusatz von venetianischem Terpentin, Elemi, Schellack u. dergl. Letzterer Zusatz, welcher bewirken soll, daß der trockene Firnißüberzug die verlangte Festigkeit erhält, ohne spröde zu sein und zu springen, ohne lange klebrig zu bleiben, ist je nach dem Gebrauche, welchen man beabsichtigt, verschieden, größer für Firnisse, welche eine gewisse Biegsamkeit behalten sollen, und geringer für solche, welche auf festen Flächen eine harte Rinde zu bilden bestimmt sind.

Ein mit Alkohol bereiteter Mastirfirniß besteht aus 60 Grm. Mastir, 30 Grm. Sandarak, 30 Grm. venetianischem Terpentin und 320 Grm. Alkohol. Die mit Terpentinöl dargestellte Lösung des Mastir (und die des Sandarak) ist geschmeidiger und weniger spröde, als die alkoholische Lösung, weil das Terpentinöl nach seinem Verdunsten das Harz in einem zähen Zustande zurückläßt. Das Benzol verhält sich als Lösungsmittel der Harze mehr dem Alkohol als dem Terpentinöl ähnlich. — Eine Lösung von Mastir in Terpentinöl, welche zum Ueberziehen von Karten, Kupferstichen, Etiquetten u. s. w. Anwendung findet, besteht aus 120 Grm. Mastir, 15 Grm. venetianischem Terpentin, 5 Grm. Campher, 360 Grm. Terpentinöl. In Folge des hohen Preises des Mastir findet dieses Harz gegenwärtig in der Firnißbereitung wenig Anwendung.

§. 86.

Copalfirniß und Copallack.

Der Copal nimmt in Folge seiner Härte und seiner verhältnißmäßig geringen Sprödigkeit unter allen zur Firnißbereitung dienenden Harzen den ersten Rang ein; die mit diesem Harz hergestellten Firnisse und Lacke sind hell oder nur wenig gefärbt, besitzen starken Glanz, große Härte und Haltbarkeit.

Die Copalsorten, die gegenwärtig im Handel vorkommen, sind oft Gemenge mehrerer Sorten, die sich sehr verschieden verhalten. Erhitzt man einen Glaskolben, in welchem sich Stücke von sogenanntem harten Copal (vergl. Seite 181) befinden, mittelst Dampf, so bemerkt man, daß einige Stücke mehr oder weniger weich werden, während andere ganz unverändert bleiben. Bringt man Copalstücke ferner auf ein bis auf 300° erhitztes Metallbad aus geschmolzenem Zinn, so nimmt man wahr, daß einige Stücke des harten Copal

schmelzen und breit laufen, während andere dieser Temperatur widerstehen und erst bei weit größerer Hitze schmelzen. Man kennt bis jetzt kein Lösungsmittel des harten Copals, und dennoch existirt eines, denn diese Harze rinnen ja aus den Bäumen, in denen sie gebildet werden. Ungeachtet aller Bemühungen von Seite der Chemiker und Techniker ist noch kein anderes Mittel, die harten Copalsorten zu lösen, ausfindig gemacht worden, als ein Gemenge von Terpentinöl und fettem Oel, nachdem das Harz vorher geschmolzen und dadurch theilweise zersetzt wurde, weil dadurch nur seine Auflöslichkeit, allerdings auf Kosten der Farblosigkeit und auf Kosten von über 20 Proc. Material, bedingt wird.

Wie schon Seite 181 angegeben, hat Violette durch Versuche ermittelt, daß

		schmilzt	destillirt
harter Copal	bei	340°	360°
halbharter Copal	„	180°	230°

Die einfach geschmolzenen Copale lösen sich aber weder in der Kälte, noch in der Wärme in Terpentinöl auf; die Löslichkeit entspricht stets einem gewissen Grade der Zersetzung, denn Versuche haben gelehrt, daß der Copal in einem Gemenge von Terpentinöl und fettem Oel erst löslich wird, sobald er durch Destillation 20 bis 25 Proc. an Gewicht eingebüßt hat. Je größer der Gewichtsverlust ist, desto leichter löslich ist der Copal, aber auch desto dunkler gefärbt ist er und um so geringer ist die Ausbeute an Firniß. Die geringste Färbung des Firniß entspricht der niedrigsten Temperatur, die man beim Erhitzen des Copals angewendet hat, d. h. ungefähr 360°. Um daher die größte Ausbeute an Firniß von möglichst heller Farbe zu erhalten, muß man den Copal bei einer Temperatur von 360° destilliren, bis er 25 Proc. von seinem Gewichte verloren hat.

Violette hat indessen die für die Firnißfabrikation wichtige Beobachtung gemacht, daß Copal, der durch Erhitzen nur 10 Proc., ja selbst weniger noch an Gewicht abgenommen hat, sich sehr leicht und vollkommen in Terpentinöl auflöst, welches durch längeres Aussetzen der Luft und dem Lichte sich verdickt hat; könnte man das Terpentinöl auf schnelle, einfache und wenig kostspielige Weise in diesen eigenthümlichen Zustand überführen, so wäre dies in Hinsicht auf die Bereitung des Copallack ein großer Fortschritt.

Das bei der Destillation des Copals übergehende Copalöl, welches in der Menge von 25 Proc. vom Gewicht des Copals sich bildet, ist klar, gelblich, von 0,80 spec. Gewicht, brennt an der Luft mit hellleuchtender Flamme und mischt sich mit Terpentinöl und mit fetten Oelen. Seine wichtigste Eigenschaft ist aber, daß es die weicheren und halbharten der Copale auflöst

und es daher mit Vortheil bei der Firnißbereitung angewendet werden kann, besonders wenn man dahin gelangt, es von seinem durchdringenden Geruche zu befreien. Nach einer Beobachtung von Barreswil löst die durch rasche Destillation von hartem Copal erhaltene klebrige Flüssigkeit den harten Copal auf. Die bei der Destillation von Colophonium sich bildenden Harzöle sollten in Bezug auf ihr Löslichkeitsvermögen gegen Copal (gewöhnlichen, sowie durch Erhitzen veränderten) auf das Genaueste geprüft werden.

§. 87.

Der Copalweingeistfirniß wird bereitet, indem man den bei möglichst niedriger Temperatur geschmolzenen Copal nach dem Erkalten pulvert, mit Glaspulver mengt, mit starkem Alkohol übergießt, längere Zeit im Wasserbade zum Sieden erhitzt und dann filtrirt. Um einen etwas weicheren Firniß zu erhalten, kann man etwas Terpentin oder Auflösungen von Elemiharz zumischen. Soll der Firniß möglichst farblos sein, so ist es von Vortheil, den Copal vorher im gepulverten Zustande einige Tage auf einem mäßig geheizten Ofen austrocknen zu lassen und die Auflösung entweder unter erhöhtem Druck, oder durch vorheriges Behandeln des Copals mit Aether zu bewerkstelligen. Auf erstere Art geschieht die Auflösung auf folgende Weise: einen langhalsigen Glaskolben füllt man bis zu $^2/_3$ mit Alkohol an, und hängt dann mittelst eines Bindfadens in einem Beutel von lockerem Baumwollzeug die Hälfte des Alkoholgewichtes an grob gepulvertem Copal der Art in den Kolben auf, daß der Beutel mit dem Copal nur etwa 5—10 Centimeter von der Oberfläche des Alkohols entfernt ist. Die Mündung des in einem Wasserbad befindlichen Kolbens ist mit einem durchbohrten Korke und mit einem zweischenkligen Glasrohre versehen, deren längerer Schenkel in einem Glasgefäß sich endigt, das etwas Alkohol enthält; die Oeffnung das Schenkels ist mithin durch Alkohol gesperrt. Indem man nun den Kolben bis zum beginnenden Sieden des Alkohols erhitzt, erweicht der Copal durch die Alkoholdämpfe und tropft nach und nach in die Flüssigkeit, in welcher er sich auflöst. Sobald die Tropfen sich nicht mehr auflösen, ist die Operation als beendigt anzusehen.

Noch schneller geschieht die Auflösung des Copals, wenn man denselben mit Alkohol in einen Digestor einschließt und denselben etwa eine Stunde lang bei dem Drucke von einer Atmosphäre über dem Feuer läßt.

Bedarf man concentrirter Copallösungen, so läßt man den Copal in einem verschlossenen Gefäße in der doppelten Gewichtsmenge Aether aufquellen und zerfließen, erwärmt durch die Lösung bis zum beginnenden Sieden und

versetzt sie nach und nach mit heißem Alkohol, wodurch man eine wasserklare Lösung erhält.

Das hier und da noch übliche Löslichmachen des Copals durch Ammoniak ist zu verwerfen, da man durch solche Lösungen weniger glänzende und feste Ueberzüge erhält.

Der westindische (nicht der ostindische Copal oder Gänsecopal) kann nach Freudenvoll und Heeren ohne vorherige Schmelzung aufgelöst werden; das Auflösungsmittel ist eine Mischung von

60 Th. Alkohol von 98° Tr.
10 „ Aether
40 „ Terpentinöl,

in welcher zur Bereitung eines Firniß von ölartiger Consistenz 60 Th. Copal aufgelöst werden. Die Auflösung erfolgt schon in der Kälte, schneller bei gelinder Erwärmung. Um den Firniß zu klären, läßt man ihn entweder absetzen oder filtrirt ihn durch Fließpapier. Der so erhaltene Firniß trocknet schnell, behält aber, wie alle Terpentinölfirnisse, noch einige Tage lang eine schwach klebende Oberfläche.

§. 88.

Eine mit Terpentinöl (oder auch mit Benzol) gemischte Auflösung von geschmolzenem Copal in Leinöl, oder der fette Copallack wird auf folgende Weise bereitet:

Es ist hierbei zu bemerken, daß man dem ostindischen Copal den Vorzug einräumt, weil es beim Schmelzen weit weniger sich färbt. Man bedarf zweier Kessel, von welchen der eine zum Schmelzen des Copals, der andere zum Kochen des Leinöls dient. Zuerst erhitzt man in dem Oelkessel 40 Liter Leinöl; unterdessen wägt man den erforderlichen Copal in gleichen Portionen von je 4 Kilogr. ab, giebt eine davon in den Copalkessel und beginnt zu erhitzen (besser ist es, den Copal zu destilliren); nach etwa 15—20 Minuten ist bei sorgfältig überwachtem Feuer der Copal so weit geschmolzen, daß er wie ein klares Oel fließt. Sobald das Leinöl gelinde zu trocknen beginnt, gießt man $7^1/_2$ Liter des Oeles in den Kessel mit dem geschmolzenen Copal und läßt den Kessel über dem Feuer, bis die Mischung vollständig erfolgt ist. Ist dieser Punkt erreicht, so hebt man den Kessel vom Feuer und stellt ihn vorläufig bei Seite, während ein Arbeiter aus dem Oelkessel zweimal $7^1/_2$ Liter Leinöl in zwei besondere Gefäße bringt, so daß also von dem ursprünglichen Leinöl nur noch 17,5 Liter zurückgeblieben sind. Hierauf bringt der Arbeiter den Inhalt des Copalkessels (4 Kilogr. Copal gelöst in $7^1/_2$ Liter Leinöl) in den Oelkessel, in welchem sich noch 17,5 Liter Leinöl befinden, bringt in den

Copalkessel die zweite Portion von 4 Kilogr. Copal, die er in $7^1/_2$ Liter Leinöl löst und die Lösung dann mit dem Inhalte des Oelkessels mischt, und verfährt auf gleiche Weise mit der dritten Portion Copal. Man hat demnach eine Lösung von 12 Kilogr. Copal in 40 Kilogr. Leinöl. Nachdem die Mischung in dem Oelkessel so weit erhitzt worden ist, daß der auf der Oberfläche entstandene Schaum zu steigen beginnt, setzt man die als Trocknungsmittel dienende Bleiglätte zu, und setzt das Erhitzen fort, bis eine Probe auf einer Glasplatte beim Erkalten eine ziemlich feste und fadenziehende Consistenz zeigt, was etwa nach dreistündigem Erhitzen der Fall ist. Hierauf wird der Inhalt abgekühlt, um den Terpentinölzusatz zu erhalten, dessen Größe je nach den Umständen sich richtet. War der Copal von guter Beschaffenheit und ist das Schmelzen gehörig vor sich gegangen, so setzt man zu dem Firniß bis zu 70 Kilogr. Terpentinöl, entgegengesetzten Falles muß der Zusatz auf 60 Kilogr. ja selbst auf 50 Kilogr. beschränkt bleiben. Man muß daher von Zeit zu Zeit Proben nehmen, welche darin bestehen, daß man einige Tropfen des zu prüfenden Firniß auf einen Porcellanteller ausbreitet. Nach dem Erkalten erkennt man leicht an dessen Existenz, ob noch ein Zusatz von Terpentinöl nöthig ist oder nicht.

Gut bereiteter Copallackfirniß trocknet in acht bis zwölf Stunden.

§. 89.

Bernsteinfirniß.

Der Bernsteinfirniß ist der dauerhafteste von allen Firnißen. Leider ist bis jetzt noch kein Lösungsmittel des ungeschmolzenen Bernsteins ausfindig gemacht worden, weshalb, da der Bernstein beim Schmelzen eine dunkle Farbe annimmt, heller Bernsteinfirniß bisher noch nicht dargestellt werden konnte. Das Verfahren der Bereitung des Bernsteinfirnisses kommt im Wesentlichen mit der Darstellung des Copallacks überein.

Der gröblich gepulverte und geschmolzene Bernstein wird, je nach dem Grade der Flüssigkeit, welche man von dem Firniß verlangt, mit der gleichen oder doppelten Gewichtsmenge Terpentinöl übergossen und unter Umrühren bei gelinder Wärme digerirt, bis die Auflösung erfolgt ist; hierauf erhitzt man die Masse so weit, daß sie aufzuwallen beginnt und setzt nun unter Umrühren die doppelte oder dreifache Gewichtsmenge des Bernsteins vorgewärmten Leinölfirniß hinzu, colirt den fertigen Firniß durch Leinwand und bewahrt ihn in gut verschlossenen gläsernen Flaschen auf. — Nach einer zweiten Vorschrift, welche gleichfalls ein gutes Resultat giebt, übergießt man den grobgestoßenen geschmolzenen Bernstein mit dem 2—3 fachen Gewicht Leinölfirniß und erhitzt bis zur vollständigen Auflösung des Harzes. Hierauf läßt man die Lösung

abkühlen und verdünnt sie mit Terpentinöl (ungefähr die Hälfte vom Gewicht des angewendeten Leinölfirniß). — Die geringeren Sorten des Bernsteinfirniß werden mit Colophonium oder mit venetianischem Terpentin versetzt.

Der Bernsteinfirniß braucht längere Zeit, um so weit einzutrocknen, daß er sich poliren läßt.

Gemengte Oellackfirnisse von Bernstein und Copal bereitet man besser durch Zusammengießen der fertigen Firnisse, als durch gleichzeitiges Schmelzen und Auflösen der beiden Harze.

§. 90.

Asphaltlack.

Der Asphalt, welcher zur Bereitung des Asphaltlack dient, ist theils syrischer oder ägyptischer Asphalt, theils deutscher oder Pechasphalt, welcher, wie Seite 187 erwähnt, in den Theerproduktenfabriken in erstaunlicher Menge gewonnen wird und in der Firnißbereitung ganz allgemein an die Stelle des natürlichen Asphalt getreten ist.

Den Lack aus syrischem Asphalt stellt man auf folgende Weise dar: Man kocht 29 Kilogr. Leinöl in einem eisernen Kessel bei gelindem Feuer, setzt 5 Kilogr. Asphalt, welcher geschmolzen und mit 10 Kilogr. Leinöl gemischt ist, zu; macht einen gleichen Zusatz noch drei Mal, und fügt dann unter Umrühren, allmählich $3^1/_2$ Kilogr. Mennige, $3^1/_2$ Kilogr. Bleiglätte und $1^1/_2$ Kilogr. Zinkvitriol bei. Hierauf läßt man die Masse einige Stunden lang kochen, bis eine herausgenommene Probe nach dem Erkalten Pillenconsistenz zeigt, und verdünnt ihn nach dem Erkalten mit 140 Kilogr. Terpentinöl. Der fertige Firniß wird durch ein feines Drahtsieb gegossen. — Bei der Bereitung von Lack aus natürlichem Asphalt, hat man sich durch vorläufige Versuche zu vergewissern, daß der Asphalt in Terpentinöl auflöslich ist, denn nicht selten kommen im Handel unauflösliche Stücke vor, welche, wie es scheint, durch die Einwirkung des Lichtes (vergl. Bd. I p. 807) unlöslich geworden sind.

Die Bereitung des Lackes aus deutschem Asphalt (vergl. Seite 187) ist eine höchst einfache; in den meisten Fällen genügt es, den Pechasphalt zu schmelzen und das Verdünnungsmittel — Terpentinöl, Benzol, leichtes Steinkohlentheeröl, Leinöl — zuzumischen. Folgende zwei Vorschriften zur Bereitung von Asphaltlack mögen genügen:

1) Zu 20 Kilogr. geschmolzenem Asphalt setzt man 4 Kilogr. Leinölfirniß siedend heiß zu, verdünnt mit 25 Kilogr. Terpentinöl und filtrirt den fertigen Firniß durch ein feines Sieb.

2) Zu feinem schwarzen Asphaltlack setzt man zu einer Mischung von 50 Kilogr. Asphalt mit 3 Kilogr. Leinölfirniß 5 Kilogr. feinen calcinirten Oelruß und 30 Kilogr. leichtes Steinkohlentheeröl.

Der Asphaltlack eignet sich besonders zu schwarzen Lackirungen auf Eisen und anderen Metallen; man erhitzt die Metalle beim Auftragen des Lackes; jedoch nicht so weit, daß der Firniß Blasen bildet, sondern nur ruhig abdampft.

§. 91.

Kautschuk- und Guttaperchafirniß.

Die Kautschukfirnisse, welche anderen Firnissen in der Absicht zugesetzt werden, dieselben elastisch und undurchdringlich für Feuchtigkeit zu machen, werden auf verschiedene Weise dargestellt. Nach der Vorschrift von Martiny bereitet man Kautschuklösung zum Mischen der Oelfarben der Maler auf folgende Weise: Man bringt 1 Kilogr. Kautschuk und 10 Liter Steinöl in einen luftdicht verschlossenen kupfernen Apparat, welchen man während des Schmelzens im Wasserbade von Zeit zu Zeit öffnet. Nachdem die Lösung des Kautschuks erfolgt ist, filtrirt man sie durch feine Leinwand. Die so erhaltene Lösung macht die Oelfarben undurchdringlich und glänzend. Man setzt auf 1 Kilogr. fertiger Oelfarbe 12 Grm. Kautschuklösung.

Vorstehende Vorschriften zur Bereitung von Kautschukfirnissen, so wie viele andere ähnlicher Art, können nur Produkte liefern, welche mehr im Sinne wasserdichter Anstriche oder Ueberzüge gebraucht werden können, als daß sie im Stande wären, die Stelle eines wirklichen Firniß einzunehmen. Ein normaler und farbloser Kautschukfirniß läßt sich nur herstellen, wenn man darauf verzichtet, die ganze Kautschukmasse in Lösung zu bringen. Zu den meisten sogenannten Lösungsmitteln des Kautschuks verhält sich dasselbe so, daß immer braune Flokken zurückbleiben, welche sich zerdrücken, zerreiben und fein zertheilen lassen, aber nicht in Auflösung gehen. Wie Bolley's Versuche gezeigt haben, ist die Größe des unlöslichen Rückstandes verhältnißmäßig gering, wenn man das zerschnittene Kautschuk in Schwefelkohlenstoff aufquellen läßt und die Gallerte dann mit Benzol behandelt, worin sie sich zum größeren Theile löst. Die durch Leinwand colirte Lösung kann durch Destillation im Wasserbade von Schwefelkohlenstoff befreit und mit Benzol (rohes Benzol, d. i. ein Gemisch der sogenannten Leichtöle von der Theerdestillation) beliebig verdünnt werden. Der so erhaltene Firniß läßt sich mit fetten und ätherischen Firnissen mengen. Er trocknet sehr schnell, und besitzt, wenn er nicht mit Harzfirnissen gemischt wird, keinen Glanz; er ist nicht spröde und läßt sich in ganz dünnen Schichten aufstreichen. Solcher Kautschukfirniß ist vortrefflich geeignet zum Ueber-

ziehen von Landkarten, Kupferstichen und Etiquetten, da er die weiße Farbe des Papieres nicht verändert und nicht den unangenehmen Glanz der hierzu gebräuchlichen Harzfirnisse, noch deren Sprödigkeit hat. Zum Fixiren von Kreide- oder Bleistiftzeichnungen ist er ebenfalls tauglich; dieselben widerstehen, nachdem sie damit bestrichen wurden, leichter Reibung in der Mappe oder mit dem Finger sehr gut. Auf ungeleimtes Papier, welches damit bestrichen ist, kann man leicht mit Tinte schreiben.

Die Guttaperchafirnisse, welche besonders von E. Winckler in die Praxis eingeführt wurden, dienen sowol für sich allein als auch zum Versetzen derjenigen Oelfirnisse, welche elastisch gemacht werden sollen.

Man löst 1 Kilogr. Guttapercha in 3 Kilogr. Chloroform bei gewöhnlicher Temperatur in einer Glasflasche auf; die Auflösung wird filtrirt. Nach einer zweiten Vorschrift löst man 1 Kilogr. Guttapercha in 3 Kilogr. Phosgen von 1,83 spec. Gewichte, nach einer dritten löst man 1 Kilogr. Guttapercha in 3 Kilogr. Benzol. Sobald die Auflösung erfolgt ist, läßt man absetzen; die weingelbe Auflösung wird von dem Bodensatze getrennt. Dieser Firniß trocknet sehr schnell.

§. 92.

Druckerschwärze.

Die Druckerschwärze (Schwärze, Buchdruckerfarbe, noir d'impression, *printing-ink*), welche zum Druck von Büchern, Lithographien, Kupferstichen u. s. w. Anwendung findet, besteht im Wesentlichen aus einem stark gekochten trocknenden Oele, welchem Ruß oder Kohle von intensiver Schwärze und feiner Zertheilung zugemischt worden ist. Seife und Zusatz von Harzen soll dem gekochten Oele größere Consistenz geben, Beimischung von blauen und rothen Farbstoffen das Lüstre der Farbe erhöhen. Anstatt des gekochten Leinöles ist Copaivabalsam anzuwenden vorgeschlagen worden, welcher indessen wegen seines penetranten, höchst unangenehmen Geruches kaum benutzt werden kann.

Die Anforderungen, welche man an eine gute Druckerschwärze stellt, sind nachstehende:

1) sie muß sich mit Leichtigkeit und Sicherheit an die feinsten Stellen der Lettern ansetzen und muß auf dem Papiere feine scharfe Abdrücke geben;

2) sie muß eine schwarze Farbe besitzen und schnell trocknen;

3) sie darf nicht ins Papier einschlagen und gelbe Ränder um die Buchstaben bilden;

4) sie muß je nach dem verschiedenen Zwecke, je nachdem sie zum gewöhnlichen Buchdruck, zum Maschinendruck, zur Lithographie oder zum Drucken von Stahl- und Kupferstichen bestimmt ist, verschiedene Consistenz besitzen.

Gewöhnlich bedient man sich des Leinöles, und zwar des durch Ablagern gereinigten, zum Firnißkochen, doch wendet man auch hier und da das Nußöl an. Das Sieden geschieht in einem mehr hohen als weiten kupfernen Kessel, wobei man nur den mit Oel gefüllten Theil des Kessels dem Feuer aussetzt. Anfangs wird rasch geheizt, bis alle Feuchtigkeit entwichen ist und auf der Oberfläche ein leichter gelber Schaum sich zeigt, während das Oel leicht aufwallt. Von nun an beginnt die Firnißbildung, weshalb vorsichtig, aber nicht zu wenig geheizt werden muß. Sobald keine scharfen Dämpfe mehr sich bilden, das Oel in feinen Blasen kocht, dicker Rauch sich bildet, der nur schwer abzieht, so wird die Hitze gesteigert und dadurch die Verdickung des Oeles befördert, welche jedoch erst vor sich geht, wenn sofort nach beendigter Zersetzung des Glycerins das Erhitzen auf geeignete, nur durch Uebung zu erlernende Weise fortgesetzt wird, bis der Firniß die gewünschte Consistenz zeigt.

De la Rue empfiehlt der Druckerschwärze 1 Proc. borsaures Manganoxydul hinzuzufügen und dasselbe durch Reiben innig damit zu vermischen; die so erhaltene Farbe soll sich besser drucken lassen und schneller trocknen als die gewöhnliche. Statt das borsaure Manganoxydul der Druckfarbe zuzusetzen, kann man es auch im Verhältnisse von 1 Th. auf 50—60 Theile mit dem zur Bereitung der Druckfarbe bestimmten Firniß vermischen, während derselbe 3—4 Stunden lang auf etwa 315° C. erhitzt wird. Das borsaure Manganoxydul wird durch Fällen von Manganvitriol mit Boraxlösung in der Kälte dargestellt.

Handelt es sich darum, einen möglichst farblosen Firniß zu erhalten, was indessen nur für bunte Farben von Bedeutung ist, so ist das Anbrennen des Firniß auf das Sorgfältigste zu verhüten, auch ein vollkommen blanker und oxydfreier Kessel anzuwenden. Gehlen hat vorgeschlagen, beim Firnißkochen auf das bis zur Entzündungstemperatur erhitzte Leinöl mit Hülfe einer Bürste oder eines Wedels Wasser aufzuspritzen. Es ist nicht in Abrede zu stellen, daß durch dieses Mittel die Firnißbildung befördert und ein möglichst farbloser Firniß erhalten wird, doch muß es mit großer Vorsicht in Anwendung gebracht werden, weil ein etwas größerer Wasserzusatz sogleich ein Umherschleudern des Oeles zur Folge haben würde. Die Theorie hat sich entschieden gegen das gebräuchliche Eintauchen von Brotstücken, Rüben, Zwiebeln u. dgl. ausgesprochen, als nutzlos oder vielleicht auch einen nicht zuverlässigen Maßstab für die Temperatur des Firniß abgebend. Varrentrapp bemerkt aber hierzu mit vielem Rechte, daß man bei richtiger Anwen-

bung und genauer Beobachtung sich jedoch hier wie in vielen anderen Fällen überzeugen wird, daß, wenn der Praktiker eine Methode mit Zähigkeit festhält, er dazu guten Grund hat, wenn er auch keine Erklärung davon zu geben vermag, und daß der Zusatz von den obgenannten Substanzen, welche Wasser der Art gebunden enthalten, daß dasselbe nur nach und nach von dem siedenden Firniß ausgetrieben wird, auf ähnliche Weise aber ohne alle Gefahr denselben Effect hervorbringt, wie das Aufspritzen von freien Wassertropfen. Die Zwiebeln, Rüben u. drgl. werden erst in das Oel gebracht, wenn das Oel kocht; gewöhnlich werden diese Substanzen an Drähte gespießt oder gehängt in das Oel gebracht und darin gelassen, bis sie bis ins Innere gebraten sind. Wie gewöhnlich angegeben wird, sind zwei Sorten Firniß vorräthig zu halten, eine consistentere für den Sommer und eine dünnere für die kältere Jahreszeit. Mit der Anwendung von zu schwach gekochtem Firniß hat man sehr vorsichtig zu sein, weil derselbe sich zu sehr in das Papier zieht und Oelränder erzeugt. Zu sehr consistenter Firniß darf nicht mit wenig gekochtem Oel verdünnt werden, weil sonst die oben genannten Uebelstände in hohem Grade eintreten.

Nach einigen Vorschriften läßt man minder consistente Firnisse kochen und verdickt dieselben durch Zusatz von Geigenharz.

Für die zum Buchdruck bestimmte Schwärze ist ein Zusatz von Seife — man wählt gut getrocknete Harzseife, die man als grobes Pulver der heißen Firnißmasse zusetzt — unerläßlich; er ertheilt der Druckerschwärze die Eigenschaft, von befeuchtetem Papier rein von den Lettern weggenommen zu werden, wodurch das unangenehme Verschmieren umgangen wird. Als Farbematerial setzt man der Buchdruckerfarbe Ruß zu, von dessen Feinheit und Schwärze die Qualität des Produktes abhängig ist; die bräunliche Nüance selbst des gebrannten Rußes wird durch Zusatz von fein gemahlenem Indig oder Pariserblau compensirt. Eine zugleich zugesetzte geringe Menge Roth — dunkles Eisenoxyd, rother Farbenlack oder Farbstoff des Blauholzes — ertheilt der Nüance Feuer.

§. 93.

Als Beispiel der Beschreibung der Bereitung von Buchdruckerfarbe nach quantitativen Verhältnissen, wählen wir die englische Farbe, wie sie nach der Vorschrift von Savage[1]) bereitet werden soll. Man erhitzt das Leinöl über freiem Feuer bis zu dem Punkte, daß es starke Dämpfe ausstößt, entzündet es und läßt es so lange brennen, bis eine herausgenommene, auf einer Messerklinge abgekühlte Probe sich zwischen den Fingern zu Fäden von 1,5 Centimeter Länge ausziehen läßt. Zu 6 Litern so gekochten Leinöls

[1]) Savage, On the praeparation of printing-ink. London 1832.

setzt man nach und nach 3 Kilogr. Colophonium und 0,875 Kilogr. gelbe Harzseife. Haben sich durch anhaltendes Rühren Colophonium und Seife aufgelöst, so läßt man den Firniß noch eine Weile kochen. Unterdessen mischt man 80 Grm. geschlämmten Indig, 80 Grm. Pariserblau mit 2 Kilogr. Ruß aus Steinkohlentheer und 1,62 Kilogr. Oelruß in einem steinernen Topfe von der Größe, daß er zur Aufnahme des Firniß genügt, und setzt nun den Firniß noch warm, aber nicht heiß, langsam und unter beständigem Umrühren zu. Die so erhaltene Mischung wird zuletzt auf einer Farbmühle auf's Sorgfältigste bereitet. Zum fabrikmäßigen Betrieb eignet sich die Farbemühle mit Walzen, welche zwei eiserne Walzen enthält, die fest aneinandergedrückt, mit ungleicher Geschwindigkeit umgedreht werden. Nicht selten bedient man sich zum Farbereiben der Quetschmühle, d. h. zweier eiserner Walzen, welche auf der eisernen Bodenplatte im Kreise herumgeführt werden.

Zur Bereitung farbiger Buchdruckerfarben ist vor Allem ein Firniß nothwendig, welcher die Nüance der Farbe nicht beeinträchtigt. Am einfachsten ist es, Copaivabalsam mit 5—10 Proc. gepulverter weißer Marseillerseife zu mengen und etwas zu erwärmen, dann den mit etwas Alkohol abgeriebenen Farbstoff, aber im getrockneten Zustande, zuzusetzen. Man wendet möglichst viel Farbstoff und die geringste Menge Firniß an. Der Copaivabalsam wird vorher in einer großen Porcellanschale einige Stunden lang mit Wasser gekocht, wodurch er in Folge des Abdestillirens des ätherischen Oeles (welches der Copaivabalsam in der Menge von 38 Proc. enthält) seinen unangenehmen Geruch einbüßt, dicklicher wird, und auch nicht mehr so leicht durch das Papier schlägt. Zum Verdünnen der Pigmente, wenn es sich um den Druck von hellen Farben handelt, verwendet man ein Gemisch von kohlensaurem Zinkoxyd und kohlensaurer Magnesia.

Bereitet man den farbigen Firniß mittelst Leinöl, so nimmt man auf 100 Grm. hellen Leinölfirniß 5 Grm. weiße Seife.

Roth erzielt man durch Zusatz von Zinnober, welcher mit 10 Proc. Carmin und 50 Proc. kohlensaurer Magnesia versetzt worden ist. Höchst wahrscheinlich können die rothen und violetten Theerfarben gleichfalls zum Schönen des Zinnobers Anwendung finden.

Schönes Blau liefert Ultramarin, doch sind hier nur die dunkelsten, in dem Zeugdruck verwendbaren Nummern anwendbar.

Gelb giebt ein Gemisch von dunklem chromsaurem Bleioxyd mit kohlensaurer Magnesia; ein helles Gelb von schöner Farbe wird durch chromsaures Zinkoxyd (vrgl. Bd. I p. 429) erzielt.

Grün läßt sich mit Chromgelb, Berlinerblau und Magnesia, oder mit Ultramarin und chromsaurem Zinkoxyd herstellen. Braun liefert Bister.

Metallische Farben lassen sich, je nach der Nüance, die man herzustellen beabsichtigt, entweder mit ächter Gold- und Silberbronze, oder mit Bronzefarben (vrgl. Bd. I p. 312), oder auch mit Musivgold (vrgl. Bd. I p. 513) herstellen.

H. Röhl in München hat vor einiger Zeit eine neue Buchdruckerfarbe vorgeschlagen, welche im Holländer der Papiermühlen, ohne besondere Kosten zu verursachen, wieder ausgewaschen werden kann, somit gedruckte Papiere in reines Papierzeug übergeführt werden können. Bei dem großen Mangel an Hadern würde das Verfahren von Werth sein, wenn es sich überhaupt bestätigt. Die Farbe besteht aus 9 Th. Terpentin, 10 Th. Schmierseife, 4 Th. Oleïn (doch wohl von trocknendem Oele?) und 4 Th. Ruß. — Auch De la Rue in London hat, um der Druckerschwärze ihre Unlöslichkeit in Wasser zu nehmen, worin indessen der größte Vorzug der bisherigen Druckfarbe zu suchen ist, vorgeschlagen, statt Leinöl Glycerin anzuwenden.

Die von den Steindruckern angewendete Druckschwärze stellt man durch Zusammenreiben von stark gekochtem Oelfirniß mit calcinirtem Ruß dar, wozu man noch häufig gebranntes Elfenbein und Pariserblau setzt. Ein Zusatz von Seife ist nicht üblich. Der Farbstoff wird dem Firniß in weit größerer Menge incorporirt als bei der Buchdruckerschwärze, weshalb die Steindruckfarbe weit steifer ist.

Die Bereitung der lithographischen Tinte ist bereits Bd. II p. 522 angegeben worden.

Für den Druck von Kupfer- und Stahlstichen nimmt man den consistentesten Leinölfirniß und als Pigment schwere schwarze Farben wie gebranntes Elfenbein, calcinirte Hefe, gebrannte Kerne von Steinobst, gebrannte Korkabfälle; da die Kupferdruckschwärze nicht mit Walzen aufgetragen, sondern eingerieben wird, so hat man eine Abscheidung der Pigmente vom Firniß nicht zu befürchten.

Die Kitte.[1])

§. 94.

Allgemeines.

Mit dem Namen Kitt (ciment, mastic, lut, *cement*) bezeichnet man Mischungen, welche im brei- oder teigartigen Zustande zwischen die einander genäherten Körperflächen gebracht, dieselben nach dem Erhärten fest mit einander verbinden. Nach dieser allgemeinen Definition umfaßt das Kitten auch das Leimen von Holz, Kleistern von Papier, welche indessen gewöhnlich Gegenstand besonderer Betrachtung sind, und schließt nur aus das Löthen (vrgl. Bd. I Seite 339). Von der Verbindung zweier Flächen durch Mörtel oder Gyps, wird hier ebenfalls abgesehen.

Von einem guten Kitt, der für den speciellen Zweck zusammengesetzt sein muß, denn einen Universalkitt giebt es nicht, verlangt man, daß er sich vollkommen mit den Flächen, welche er verbinden soll, vereinigt, dicht an dieselben anschließt und nach dem Erhärten in sich selbst so viel Zusammenhang erlangt, daß er den trennenden Einwirkungen, denen er ausgesetzt wird, zu widerstehen im Stande ist.

Die Substanzen, aus denen der Kitt zusammengesetzt wird, sind verschieden und richten sich nach der Natur der Flächen, deren Vereinigung man beabsichtigt, und nach den Einflüssen, denen die zu verbindenden Theile unterliegen und widerstehen sollen. Die Vorschriften zur Bereitung von Kitten

---

[1]) Die Literatur über Kitte ist in den technischen Zeitschriften und Handbüchern äußerst zerstreut. Lesenswerthe Monographien über Kitte sind: Prechtl, Encyclopädie, Bd. VII p. 385—400; Handwörterbuch der Chemie; Bd. IV p. 356—365 (Artikel Kitte von Varrentrapp); Physikalisches Lexicon, Leipzig 1856, Bd. IV p. 251—261 (Artikel Kitte von W. Baer); Karmarsch und Heeren, Techn. Wörterbuch, Bd. II p. 431; Karmarsch, Handbuch der mechan. Technologie, Hannover 1857; Bd. I p. 394; H. Schwarz, Die Chemie und Industrie unsrer Zeit, Breslau 1862; Bd. II p. 1012 bis 1035; Ed. Heusinger von Waldegg, Die Kalk-, Ziegel- und Röhrenbrennerei, Leipzig 1861 p. 101—114.

sind unzählige; die meisten derselben können jedoch in einige Hauptabtheilungen gebracht werden, wenn man den wesentlichen Bestandtheil eines Kittes als Eintheilungsgrund gelten läßt. Hiernach hat man zu unterscheiden (außer dem Leimkitt, welcher Bd. IV p. 66 bei Gelegenheit der Beschreibung der Verfertigung wichtiger Holzarbeiten, bereits angeführt wurde):

1) Kalkkitte,
2) Oelkitte,
3) Harz- und Schwefelkitte,
4) Eisenkitte,
5) Stärkekitte,
6) Kitte von geringerer Bedeutung wie Wasserglaskitte, Chlorzinkkitte und dgl.

§. 95.

1) Kalkkitte.

Gelöschter Kalk bildet mit Caseïn, Eiweiß und Leim Massen, die nach einiger Zeit eine bedeutende Festigkeit erlangen und zum Kitten der verschiedenartigsten Körper von Holz, Stein, Metall, Glas, Porcellan und dgl. geeignet sind.

Den Caseïnkitt kann man auf verschiedene Weise bereiten. Nach dem gewöhnlichen Verfahren zerreibt man frischen Käse, von welchem man die Molken abgepreßt hat (Quark und Käsematte), auf einem Reibstein und setzt nach und nach zu Pulver zerfallenen gelöschten Kalk zu, wodurch eine zähe Masse sich bildet, welche, weil sie schnell erhärtet, möglichst bald zu verwenden ist.

Auch ohne Kalk giebt das Caseïn einen gut bindenden Kitt, wenn man dasselbe, wie Braconnot vor fast dreißig Jahren vorgeschlagen, in einer Lösung von Kali- oder Natronbicarbonat löst und die Flüssigkeit bis zur gehörigen Consistenz abdampft. Durch Auflösen von Caseïn in kalt gesättigter Boraxlösung erhält man nach Wagner eine klare dickliche Flüssigkeit, welche sich durch hohes Klebvermögen auszeichnet und darin eine Lösung von arabischem Gummi weit übertrifft. Eine Auflösung von Caseïn in Wasserglas ist als Porcellan- und Glaskitt zu empfehlen.

Zum Kitten von Stein, Metall, Holz u. s. w., oder zum Ausfüllen von Fugen, wo der Kitt mehr Körper haben muß, wird das Gemisch aus Caseïn und Kalk noch mit Cementpulver (auf 1 Kilogr. frisches Caseïn, 1 Kilogr. gebrannter Kalk und 3 Kilogr. Cement) versetzt.

Einen dem Caseïn-Kitt ähnlichen Kitt liefert der durch Fäulniß veränderte Kleber (colle gluten; vergl. d. Band Seite 80), welcher von Hannon

neuerdings zum Kitten von Steingut, Porcellan, Glas, Perlmutter u. dergl. empfohlen worden ist.

Eiweiß oder starkes Leimwasser bilden mit zu Pulver gelöschtem Kalk ebenfalls feste Massen, welche bald erhärten. Nicht selten wird dieser Kitt mit Blutwasser bereitet, welcher durch seinen Albumingehalt wirkt. Eine Mischung von geschlagenem Blut, gelöschtem Kalk, Ziegelmehl oder Cementpulver, Hammerschlag oder Sand, dient zum Auskitten der Fugen zwischen den Steinen und dem Holzwerk von Häusern, bevor sie angestrichen werden.

Ein Gemenge von Eiweiß und starkem Leimwasser bildet den unter dem Namen *Lut d'ane* bekannten Kitt für Glas und Porcellan.

Die mit Gyps bereiteten Kitte sind hier gleichfalls zu erwähnen. Gebrannter Gyps für sich allein ist seiner geringen Festigkeit wegen als Kitt nicht geeignet, wol aber, wenn er statt mit Wasser mit Leimwasser angerührt wird; auch eine Lösung von 1 Th. Eiweiß in 3 Th. Wasser ist mit Vortheil anzuwenden, wenn der Kitt einer der Siedehitze des Wassers nahekommenden Temperatur ausgesetzt wird. Abgerahmte Milch und dünner Stärkekleister werden gleichfalls angewendet, um dem Gyps als Kitt größere Festigkeit zu geben. Ein mit Wasser angerührtes Gemenge von 20 Th. arabischem Gummi und 80 Th. gut gebrannten und gepulverten Alabastergypses ist ein vorzüglicher Porcellankitt, wobei es sich von selbst versteht, daß die so reparirten Gegenstände weder allzuhohen Temperaturen, noch auch der Nässe ausgesetzt werden dürfen.

§. 96.

2) Oel-Kitte.

Der wesentliche Bestandtheil der Oel-Kitte ist ein trocknendes Oel, am besten in Gestalt von Oelfirniß. Diese Kitte widerstehen größtentheils der Einwirkung des Wassers.

Der Leinölfirniß, so wie der fette Copallack können zwar schon an und für sich als Kitt Anwendung finden, wenn es sich um das Kitten von Glas- und Porcellangegenständen handelt; sie haben aber das Unangenehme, erst nach Wochen, ja selbst Monaten vollständig zu erhärten und sind daher nur selten zu benutzen. Mit Bleiweiß, Bleiglätte oder Mennige gemischt, trocknen sie zwar schneller, vollständig jedoch immer erst nach einigen Wochen. Verwendet man diesen Kitt in größeren Quantitäten, so mischt man Oelfirniß mit einem Gemenge von 10 Proc. Bleiglätte und 90 Proc. Schlämmkreide oder statt letzterer zu Pulver gelöschten Kalkes; anstatt der Bleiglätte läßt sich auch Zinkweiß anwenden. Man bedient sich dieses Kittes zur Verbin-

dung von Steinen und Ziegeln bei Wasserreservoirs, Terassen u. s. w. Vor dem Gebrauche wird er angewärmt, damit er dünnflüssiger wird, sich in die Fugen besser einlegt und rascher trocknet.

Wäre Copaivabalsam billiger zu haben, so würde ein Gemenge desselben mit gebrannter Magnesia, welches bekanntlich in kurzer Zeit zu einer festen Masse erhärtet, in vielen Fällen als Oelkitt anzuempfehlen sein.

Stephenson benutzt als Kitt für Dampfröhren u. dergl., welcher vortrefflich hält, ein Gemenge von 2 Th. Bleiglätte, 1 Th. zu Pulver gelöschtem Kalk und 1 Th. Sand, das mit heißem Leinölfirniß innig gemengt wird. Der von den Türken unter dem Namen Lukium zum Dichtmachen von Wasserbehältern, Ueberziehen von metallenen und thönernen Wasserleitungen allgemein angewendete Kitt besteht aus 100 Kilogr. gebranntem Kalk, welcher mit Wasser zu Pulver gelöscht wird, 20 Liter Leinöl und 250 Grm. Baumwolle; der Kalk wird nach und nach mit dem Leinöl und der Baumwolle versetzt und zu einem dicken Brei geknetet, getrocknet und in Stücke zerschlagen aufbewahrt. Beim Gebrauch erweicht man ihn in Leinöl und trägt den Kitt in Schichten auf, welche man jedesmal trocknen läßt, ehe man eine neue Schicht aufträgt.

Die Kitte von J. L. Lamenaude (in mehreren Ländern patentirt) bestehen wesentlich aus Copalfirniß, mit viel Bleiglätte gekochtem Leinölfirniß, Terpentinöl, Leim, Kalk und Bleiweiß in verschiedenen Verhältnissen; sie dienen zum Befestigen von Metallgegenständen (z. B. von geprägten Buchstaben) auf Glas, Marmor, Holz u. s. w. Einer derselben besteht aus 15 Th. Copalfirniß, 15 Th. Leinölfirniß, 5 Th. Terpentinöl, 5 Th. Leim in kleinen Mengen Wasser gelöst, und 10 Th. gelöschtem Kalk.

Nach der Angabe von Serbat erhält man einen vorzüglichen Kitt, wenn man 24 Th. Braunstein, 72 Th. schwefelsaures Bleioxyd und 13 Th. Leinöl in einem Stampfapparate innig mischt, die Mischung einige Wochen liegen läßt, und diese Operation noch zweimal wiederholt, wobei der Masse jedesmal noch 15 Th. Braunstein incorporirt werden. In gut verschlossenen Gefäßen aufbewahrt, bleibt dieser Kitt weich und erhärtet in der Wärme an der Luft bald vollkommen. — Die als Kitte zur Verbindung der Theile von Dampfröhren ꝛc. von Marteaux und Robert empfohlene Masse wird auf folgende Weise bereitet: 100 Kilogr. Braunstein, 12 Kilogr. Graphit, 5 Kilogr. Bleiweiß, 3 Kilogr. Mennige, 3 Th. Thon werden mit einander gemischt; auf 7 Kilogr. dieser Mischung fügt man sodann 1 Kilogr. Leinöl durch Schlagen unter Erhitzen zu.

Durch Auflösen von Thonerdeseife (durch Fällen von Alaunlösung mit Natronseife erhalten) in erwärmtem Leinölfirniß erhält man nach Varrentrapp

einen leicht zu verstreichenden und wasserdichten Kitt, der besonders als Steinkitt geeignet erscheint.

Der Glaserkitt, welcher zum Befestigen der Fensterscheiben in die Holzrahmen dient, wird durch Zusammenstoßen von Kreide und Leinölfirniß erhalten, bis sich eine teigartige, sehr zusammenhängende und nicht bröckelnde Masse gebildet hat. Nimmt man ungekochtes Leinöl, so erhärtet er äußerst langsam, erlangt aber nach Jahren eine solche Festigkeit, daß er nur schwierig von den Glastafeln getrennt werden kann. In Blasen eingebunden oder in mit Oel getränkten Tüchern eingeschlagen, kann der Glaserkitt längere Zeit unverändert aufbewahrt werden.

§. 97.

3) Harz-Kitte.

Zu denjenigen Kitten, die am häufigsten Anwendung finden, gehören unstreitig die Harzkitte, deren wirksamer Bestandtheil ein Harz ist, welches im geschmolzenen Zustande zwischen die zu verbindenden Flächen gebracht wird, und nach dem Erkalten und Erhärten die Verbindung derselben sofort bewirkt. Vor den Oelkitten, mit welchen sie die Wasserdichtigkeit gemein haben, besitzen sie den großen Vorzug, daß sie sogleich hart sind, dagegen leiden sie zum großen Theile an dem Fehler, daß sie keine höhere Temperatur ertragen, ohne zu erweichen, und an der Luft, und namentlich dem Sonnenlichte ausgesetzt, mit der Zeit so spröde werden, daß sie durch geringe Reibung schon als Pulver abfallen.

Zum Kitten von Glas- und Porcellangegenständen finden Harze allein, namentlich Sandarak und Mastix Anwendung, wozu sie sich in Folge ihrer Farblosigkeit und ihrer leichten Schmelzbarkeit wegen besonders gut eignen. Bei ihrer Anwendung trägt man das feine Pulver dieser Harze mit einem Pinsel auf die zu verbindenden Flächen auf und erwärmt nun bis zum Schmelzen der Harze über Kohlenfeuer, worauf man die Flächen rasch an einander drückt.

Größere Beachtung, als sie bisher gefunden haben, verdienen die von Lampadius [1]) schon im Jahre 1828 vorgeschlagenen Harzkitte. Einer derselben besteht aus einer Auflösung von 1 Th. geschmolzenem Bernstein in 1,5 Th. Schwefelkohlenstoff, welche als ein vortrefflicher Schnellkitt zu betrachten ist; man braucht von der Lösung nur etwas mit einem Pinsel auf die Ränder der zu kittenden Gegenstände zu streichen, und dieselben aneinander

---

[1]) Journ. für techn. und ökonom. Chemie I p. 117.

zu drücken, wobei der Kitt unter den Händen trocknet. Auch eine Auflösung von Mastix in Schwefelkohlenstoff ist als Kitt verwendbar. Zum Aufkitten von Edelsteinen, Gemmen u. dergl. verwendet man in weißem Terpentin aufgeweichtes Mastixharz, welches man nach Bedürfniß mit Drachenblut, Grünspan, Carmin- oder Krapplack u. dergl. färbt.

Schellack ist als Harzkitt wenig geeignet; er ist in der Kälte zu spröde und zieht sich sehr stark zusammen; ersterer Uebelstand läßt sich durch Zusatz von etwas Terpentin heben, letzterer durch Zusatz von erdigen Pulvern, daher ist gutes Siegellack als Kitt im Ganzen brauchbarer als Schellack für sich. Holz läßt sich durch geschmolzenen Schellack nicht dauerhaft verbinden; legt man aber zwischen zwei mit dickem Schellackfirniß bestrichene Holzstücke ein damit getränktes Stück Musselin, so haften dieselben sehr fest.

Im Großen finden die Harzkitte häufig zum Auskitten von Wasserbehältern, Terassen, zur Abhaltung von Feuchtigkeit u. dergl. Anwendung. Man verwendet dazu Pech oder Colophonium, in neuerer Zeit fast durchgängig Asphalt, theils für sich mit Cement versetzt, theils mit Schwefel gemischt, wenn eine größere Härte wünschenswerth erscheint, theils mit Terpentin oder Theer versetzt, wenn man den Kitt minder hart und spröde haben will. Steinkohlentheer mit zerfallenem Kalk gekocht, bis die erforderliche Consistenz hergestellt ist, und dann mit 12 Proc. Schwefel und 3—6 Proc. Leinöl gemengt, giebt einen festen, zähen Kitt. Der Gebrauch von Asphaltmischungen hat außerordentlich zugenommen; man verwendet sie zum Pflastern auf verschiedene Weise, entweder als Kitt, um größere Steine zu verbinden, oder als Bindemittel für Kies; sie bilden einen vorzüglichen Anstrich für Cisternen, Keller, für Bedeckungen von Gewölben und für flache Dächer, endlich sind sie ein gutes Schutzmittel für Holz, das dem Einflusse der Witterung oder von Dämpfen ausgesetzt ist.

Der von dem Engländer Jeffery herrührende Marineleim (*marine-glue*) wird dargestellt, indem man Kautschuk in der 12fachen Gewichtsmenge Steinkohlentheeröl auflöst und die Lösung mit dem doppelten Gewichte Asphalt oder Gummilack oder beiden versetzt, die Mischung erwärmt und durch Umrühren gleichförmig macht. Es giebt zwei Sorten Marineleim, einen harten und einen flüssigen, ersterer wird hauptsächlich zum Aneinanderleimen der Hölzer, Anbolzen von Zimmerwerk mit Holz oder Eisen, zum Kalfatern der Schiffe, anstatt des Schiffstheeres und zum Anfüllen der Risse und der Spalten des Holzes, welche man vor Feuchtigkeit bewahren will u. s. w. angewendet. Den flüssigen Marineleim, welchen man durch Zusatz einer größeren Menge des Lösungsmittels erhält, verwendet man zum Ueberziehen von Holz, Gyps, Metallflächen, zum Bestreichen der Leinwand, Taue,

Röhren u. dergl. Bei der Unlöslichkeit des Seeleimes in Wasser, seiner großen Festigkeit und Adhäsion und seiner Unveränderlichkeit bei niederer und hoher Lufttemperatur, bei welcher er weder sehr weich, noch spröde wird, ist der Marineleim nicht nur für die Marine, sondern auch für Landbauten ein beachtenswerthes Produkt.

Ein Kautschukkitt, welcher vielen Lösungsmitteln widersteht, auch die Einwirkung von siedender Schwefelsäure verträgt, wird erhalten, indem man Kautschuk für sich allein unter beständigem Umrühren schmilzt, während des Schmelzens 6—8 Proc. Unschlitt zusetzt, und der geschmolzenen Masse zerfallenen Kalk einverleibt, bis eine hinreichende Consistenz hergestellt ist. Der unangenehme Geruch des schmelzenden Kautschuks verschwindet dabei nach und nach. Ein Zusatz von 20 Proc. Mennige nach dem Schmelzen macht den sonst weich bleibenden Kitt trocknend. — Löst man Kautschuk durch Erhitzen in der doppelten Gewichtsmenge Leinöl auf und setzt eine gleiche Menge Pfeifenthon zu, so erhält man eine plastische Masse, welche in der Hitze nur etwas weicher wird, aber nicht schmilzt, und den meisten Säuren widersteht; dieser Kitt läßt sich im Keller lange aufbewahren, ohne zu erhärten.

Bei den Harzkitten sei auch erwähnt der von Simon in Paris empfohlene Zeiodelit, aus 19 Th. Schwefel und 42 Th. Steinzeug oder Glaspulver bestehend. Die Masse wird bis zum Schmelzen des Schwefels erhitzt, worauf man sie durch Umrühren vermischt und dann in Formen gießt. Auf diese Weise kann man Platten herstellen, die statt Blei zur Construction der Schwefelsäurekammern und anderen Constructionen geeignet sind; die Fugen der Platten werden mit geschmolzenem Zeiodelit, welcher bis 200° erhitzt ist, ausgefüllt. Diese Mischung läßt sich auch für manche Zwecke statt hydraulischen Mörtels, zur Verbindung von Steinen, als Ueberzug statt Asphalt anwenden.

§. 98.

4) Eisen-Kitte.

Unter den vielen Vorschriften zur Bereitung von Eisenkitt auf Schmiede- und Gußeisen bei Wasserleitungsröhren, Dampfkesseln, Dampfröhren u. dergl. seien im Folgenden einige der besseren angeführt.

Der sogenannte Rostkitt besteht aus einer Mischung von 2 Th. Salmiak, 1 Th. Schwefelblumen und 60 Th. feinen Eisenfeilspänen; beim Gebrauche wird sie mit Wasser angemacht, welchem der sechste Theil Essig oder eine kleine Menge verdünnter Schwefelsäure zugesetzt worden ist. Dieser Kitt wird in die Fugen hineingestrichen oder hineingestampft, nachdem die zu ver-

bindenden Flächen des Eisens gereinigt und wo möglich etwas abgefeilt sind. Nach einigen Tagen erhärtet dieser Kitt vollkommen und hängt sehr fest am Eisen, indem er in diesem sowol als in sich selbst zusammenrostet. — In Fällen, wo der Kitt die Glühhitze ausgehalten hat, wie bei Verbindungen von Röhrenstücken, die im Feuer liegen, dient ein Kitt aus 4 Th. Eisenfeile, 2 Th. Thon und 1 Th. Porcellankapfelmasse, mit Salzlösung zu einem Brei angerührt, welchen man zwischen den Flantschen mittelst der Schrauben zusammenpreßt.

Für Gasretorten, überhaupt zur Verbindung von Eisenstücken, welche der Hitze ausgesetzt sind, empfiehlt A. Bernard folgenden Kitt: 12 Kilogr. Eisenfeilspäne, 2 Kilogr. Cement, 1 Kilogr. Gyps, 120 Grm. Salmiak, 50 Grm. Schwefel und $1^1/_2$ Liter Essig; diese Mischung ist mit wenig warmem Wasser anzurühren.

§. 99.

5) Stärke-Kitte.

Zu den Stärke-Kitten gehört der aus Stärke oder Mehl gekochte **Kleister**, welcher bekanntlich bei den Buchbinderarbeiten und überhaupt beim Zusammenleimen von Papier und Pappe verwendet wird. Der Kleister wird am besten bereitet, indem man Stärkemehl mit kaltem Wasser zu einem nicht zu dicken Brei in einem Mörser so lange anreibt, bis keine Klümpchen mehr vorhanden sind, und dann aus einem anderen Gefäße siedendes Wasser in einem dünnen Strahle so lange unter raschem Umrühren zusetzt, bis die Kleisterbildung beginnt, was man an dem Durchsichtigwerden wahrnimmt, dann aber den Rest des erforderlichen Wassers schnell zugießt. Kochen der fertigen Masse ist nachtheilig und giebt einen Kleister, der leicht abspringt. Von größerer Bindekraft als der aus Stärkemehl bereitete Kleister ist der aus Roggenmehl dargestellte, wovon der Grund in dem Klebergehalt des letzteren zu suchen ist. Leider ist dieser Kleister nicht weiß, sondern grau bis graubraun. Um den Kleister haltbarer zu machen, löst man in dem Wasser, welches zur Kleisterbildung dient, eine kleine Menge Alaun. Statt des Wassers kann das Anbrühen des Mehles auch mit siedendem Leimwasser geschehen, wodurch die Klebkraft des Leimes wesentlich befördert wird.

Der vorzüglichste Kleister ist unstreitig derjenige, bei dessen Bereitung zum Anrühren und Anbrühen des Stärkemehles eine wässerige Lösung von durch Fäulniß verändertem Kleber (sogenanntem **Eiweißleim** von **Hannon**; vergl. Seite 105) verwendet wird.

Setzt man die Hälfte vom Gewicht der angewendeten Stärke an Terpentin zum Kleister, welchen man durch Umrühren in der Masse vertheilt, so

lange das Gemisch noch heiß ist, so wird der Kleister gegen die Einwirkung von Feuchtigkeit haltbarer und zugleich bindender; er darf dann aber nicht zu dünn gekocht werden. Zum Aufkleben von neuen Tapeten auf alte geglättete, die man nicht abnehmen lassen will, ist dieser Zusatz zu Roggenkleister besonders anzuempfehlen. Statt des Terpentins nimmt man auch zuweilen Wachs, wobei man so zu verfahren hat, daß man den kochendheißen Kleister einige Sekunden lang mit einer Wachskerze oder mit einem mit einer Zange gehaltenen Wachsstücke umrührt; der Wachszusatz ist indessen, wie es scheint, von wenig Nutzen.

§. 100.

Kitte von geringerer Bedeutung.

Zu den wohlfeilsten und feuerbeständigsten Kitten gehören die Thonkitte, doch halten dieselben nur bei passend ausgewähltem Material und guter Ausführung dicht. Fetter geschlemmter Thon mit reinem Sande, Ziegelmehl mit Hammerschlag, gesiebter Asche u. dgl. geben einen Thonkitt für Ofenkacheln u. s. w. Um das Reißen des Speisethones bei Kachelöfen und eisernen Oefen zu verhüten, ist es stets nothwendig, denselben möglichst zu entfetten oder ihn mit fasrigen Substanzen wie Asbest, Pferdemist, Häcksel, zerschnittenem Werg, Kälberhaaren, Baumwolle u. dgl. zu versetzen.

Zum Beschlagen der Oefen, Röhren u. dgl. dienen 10 Th. Thon, 15 Th. Ziegelmehl, 4 Th. Hammerschlag, 1 Th. Kochsalz, $^1/_4$ Th. Kälberhaare, mit der nöthigen Menge Wasser gemengt und steif aufgetragen; zum Beschlagen der Retorten dient ein Gemenge von 10 Th. feuerfestem Thon, 1 Th. Töpferthon, 2 Th. grobem Sand, $^1/_{16}$ Pferdemist und der erforderlichen Menge Wasser. Ein Brei aus gleichen Mengen Thon und gepulverten Porcellankapselmasse bestehend, giebt gleichfalls guten Beschlag des Eisens bei Kesseln, Siedepfannen, Bratröhren, Schmelzöfen u. dgl.

Das Wasserglas (vergl. Bd. II p. 370) ist als Kitt, besonders für Steine, Glas und Porcellan beachtenswerth. Wenn man das Wasserglas in der geeigneten Weise anwendet, so hält die Kittung so fest, daß beim Zerschlagen des Gegenstandes jede andere Stelle eher bricht, als die gekittete. Waren die zerbrochenen Gegenstände der Art, daß man sie der Hitze aussetzen kann, so kann dies auch nach der Kittung geschehen. Man hat beim Kitten darauf zu sehen, daß das Wasserglas möglichst concentrirt, aber doch dünnflüssig sei. Die Stücke, welche gekittet werden sollen, erhitzt man ungefähr bis zur Temperatur des siedenden Wassers, streicht mittelst eines erwärmten Pinsels das durch die Wärme dünnflüssig gemachte Wasserglas auf beide Flächen, drückt sie zusammen und umbindet sie mit einer Schnur. Den ge-

kitteten Gegenstand läßt man noch einige Zeit in gelinder Wärme liegen, bis die Austrocknung vollständig stattgefunden hat, wozu 8—14 Tage erforderlich sind. Fein gepulverter Smirgel, Eisenoxyd, Braunstein u. dergl. mit Wasserglas zu Kitt angerührt, nehmen eine außerordentliche Härte an, und widerstehen der Hitze, ohne rissig zu werden; sie haben aber den allgemeinen Uebelstand, daß sie erst nach längerer Zeit ganz unlöslich im Wasser werden. Der Kitt aus Braunstein und Wasserglas in dünner Schicht auf Eisen gebracht, verglast sich bei hoher Temperatur auf demselben.

Der Chlorzinkkitt, von Sorel (vgl. Bd. I p. 436) als plastische Masse empfohlen, ist wesentlich Zinkoxychlorür (basisch salzsaures Zinkoxyd), dadurch erhalten, daß man in flüssiges Chlorzink (oder auch Eisen- oder Manganchlorür) Zinkweiß einrührt. Die Masse wird um so härter, je concentrirter das Chlorür und je schwerer das Zinkoxyd ist. Sorel verwendet die geschlämmten Rückstände von der Zinkweißfabrikation, und benutzt Chlorzinklösung von 50—60° B. — Damit die Masse schnell erhärte, löst man in dem Chlorzink oder in dem sonstigen Chlorür 3 Proc. Borax oder Salmiak auf. Die erhaltene Masse läßt sich dem Gyps gleich in Formen gießen und nimmt mit der Zeit Marmorhärte an. Frostkälte, Feuchtigkeit und selbst siedendes Wasser sind ohne Einwirkung auf die erhärtete Masse, die selbst der Einwirkung einer Temperatur von 300° widersteht, ohne den Zusammenhang zu verlieren und auch von den stärksten Säuren nur wenig angegriffen wird.

Nach Böttger erwies sich als bestes Mischungsverhältniß 2 Vol. Zinkweiß und 2 Vol. Chlorzinklösung von 55° B.; ein Zusatz von Salmiak und Borax erwies sich (nach Böttger) als überflüssig, nach Feichtinger dagegen als unerläßlich. Durch Zusatz von Zinnober läßt sich die Masse schön roth färben. Glatte Pappe mit einem Gemisch von Zinkweiß und Leimwasser überstrichen und nach dem Trocknen des Anstriches mit einer Chlorzinklösung von 30° überpinselt, liefert nach dem Trocknen eine Art Pergament, auf welches sich mit Bleistift schreiben läßt.

Wenn die Masse als Zahnkitt angewendet werden soll, so ist das beste Mischungsverhältniß der dazu nöthigen Bestandtheile nach Feichtinger folgendes:

1) 1 Th. feines Glaspulver, 3 Th. Zinkoxyd; 2) 50 Th. Zinkchloridlösung von 1,5—1,6 spec. Gew. und 1 Th. Borax in der geringsten Menge Wasser gelöst. Bei der Anwendung mischt man das Pulver mit der nöthigen Menge Chlorzinklösung zu einem gleichförmigen Teige an und verbraucht die Masse sofort, denn nach einigen Minuten erhärtet sie bereits.

Anhang.

Die Siegellackfabrikation.

§. 101.

Allgemeines und Geschichtliches.

Das Siegellack (cire à cacheter, *seal wax*), so wie es gegenwärtig als Industrieprodukt auftritt, ist bereits im 16. Jahrhundert in Deutschland bekannt gewesen. In früherer Zeit bediente man sich zum Siegeln des Wachses (Siegelwachses), mit der Zeit färbte man dasselbe roth, und weit später, wenigstens in Deutschland nicht vor dem 14. Jahrhundert, auch grün, zuweilen auch schwarz. Neuer wie das Siegellack sind die in Mehlkleister, Brotteig und Oblate abgedruckten Siegel. Nach den mir zur Verfügung stehenden Quellen sind die ältesten Schriften, die mit Oblaten gesiegelt sind, aus dem Jahre 1624.

Was die Erfindung unseres heutigen Siegellackes betrifft, so reicht dieselbe in die erste Hälfte des 16. Jahrhunderts hinauf. Das erste Siegellack soll eine Art Kitt (Siegelkitt) gewesen sein, welcher Malthe genannt wurde und aus einer Mischung von Pech und Wachs zusammengesetzt war. Wie die Benedictiner[1]) annehmen, sei das Siegellack um das Jahr 1640 von einem Franzosen, Namens Rousseau erfunden worden und berufen sich auf Pomet[2]) welcher diese Ansicht zuerst vertreten zu haben scheint. Nach seiner Erzählung ist François Rousseau, unweit Auxerres geboren, welcher sich längere Zeit in Persien, Pegu und Ostindien aufgehalten, der Erfinder des Siegellacks. Er soll, als er in Paris als Kaufmann gelebt und all' sein Vermögen in den letzten Regierungsjahren Ludwigs XIII. welcher 1643 starb, in Folge einer Feuersbrunst eingebüßt hatte, auf die Idee gekommen sein, um sich und seine Familie zu ernähren, Siegellack aus Gummilack zu bereiten, wie er es in Ostindien gesehen habe. Eine Frau von Longueville habe das neue Produkt bei Hofe bekannt gemacht und veranlaßt, daß der König sich dieses Lackes bedient, worauf dann ganz Paris es gekauft und gebraucht habe. Auf solche Weise habe Rousseau, ehe ein Jahr verflossen, 50,000 Livres gewonnen. Den damals üblichen Namen Cire d'Espagne habe er deshalb gewählt, weil man damals eine Art Gummilack, was ein-

[1]) Nouveau traité de diplomatique, par deux Religieux Bénédictins, Paris 1759; Tome IV p. 33.

[2]) Pomet, Histoire générale des drogues simples, Paris 1735, Tome I p. 44.

fach geschmolzen und etwas roth gefärbt worden war, Cire de Portugal genannt hätte. Nach Girardin[1]) sind die Indier die Erfinder des Siegellackes; die ersten Proben davon seien nach Venedig gekommen, dann nach Portugal und endlich nach Spanien, welches letztere Land mit Siegellack einen bedeutenden Handel getrieben habe; darin liege der Grund, daß man das Siegellack auch Cire d'Espagne nenne. In Ostindien ist jedenfalls der Gebrauch des Siegellackes älter als in Europa. Tavernier[2]) führt in seiner Reisebeschreibung an, daß man im Königreiche Assam das dort vorkommende Gummilack nicht allein zum Lackiren, sondern auch zur Verfertigung des Siegellackes verwende.

In Deutschland übrigens ist, wie auf das Bestimmteste nachgewiesen werden kann, das Siegellack schon hundert Jahre vor Rousseau fabricirt worden. Die älteste Erwähnung des Siegellackes in gedruckten Büchern ist in Garcia ab Otto's Droguenkunde (Antwerpen 1574), wo es bei Gelegenheit des Gummilackes heißt: „Ex ea bacilli illi, quibus in obsignandis epistolis utimur, conficiuntur." In Nürnberg, wo noch heute die Siegellackfabrikation blüht, wurde schon Ende des 16. Jahrhunderts Siegellack bereitet. Es existirt eine Renteirechnung vom Jahre 1616, nach welcher für den Markgrafen Christian von Brandenburg spanisches Wachs von Nürnberg verschrieben worden ist. Die älteste gedruckte Anweisung, Siegellack zu bereiten, ist von dem Jahre 1579 und rührt von Burger in Augsburg her; er erwähnt jedoch noch nicht des Gummilackes, sondern schreibt vor, das Siegellack aus geschmolzenem Tannenharz und Zinnober darzustellen.

Die Siegellackfabrikation hat sich im Laufe der Zeit außerordentlich ausgebreitet und ist ein wichtiger Industriezweig geworden, doch scheint sie seit einiger Zeit zurückzugehen. Nach der Ansicht, die sich auf der internationalen Ausstellung des Jahres 1862 in London an competenter Stelle geltend machte, wäre die Siegellackindustrie ein dem Untergang geweihter Gewerbszweig und das Siegellack werde in einigen Jahrzehnden nur noch ein historischer Gegenstand sein. Ich möchte nicht ganz diese Ansicht theilen, doch möge man nicht vergessen, daß das eigentliche Siegellack zum Briefsiegeln — mit dem Pack- und Flaschenlack ist es etwas anderes — in England und zum großen Theile auch in Frankreich bereits durch das arabische Gummi verdrängt ist. Indessen hat die Sitte großen und wechselnden Einfluß auf den Siegellackverbrauch. So existirt ein herzoglicher Erlaß aus Weimar aus dem Jahre 1716, durch welchen der Gebrauch der Oblaten bei den Gerichten verboten, dagegen der

---

[1]) Girardin, Leçons de chimie industrielle, Paris 1861, Tome II p. 244.

[2]) Tavernier, Sechs Reisen in Asien, Genf 1681, Bd. II p. 184; Bd. III p. 63.

Gebrauch des Siegellacks angeordnet wird, und eine zweite Verordnung vom Jahre 1742, welche das Siegellack verbietet und die Oblaten einführt.[1])

§. 102.

Die Materialien der Siegellackfabrikation.

Als derjenige Bestandtheil des Siegellacks, der für die besseren Sorten desselben unentbehrlich und durch keine andere Substanz ersetzt werden kann, ist der Schellack zu betrachten. Für sich allein ist er jedoch als Siegellack nicht anwendbar, da er nicht leicht genug schmilzt und im ungeschmolzenen Zustande nicht dünnflüssig genug ist, auch nach dem Erkalten seiner Sprödigkeit wegen, dem Papier nicht genug adhärirt. In der Fabrikation des Siegellackes sucht man nun durch geeignete Zusätze von anderen Stoffen diese Uebelstände so weit als möglich zu beseitigen und dadurch zugleich eine Ermäßigung des Preises des herzustellenden Siegellackes zu erzielen.

Man verlangt von normal zusammengesetztem und gehörig bereitetem Siegellack, daß es gefällige Form, schöne und gleichmäßige Farbe habe, schnell brenne, ohne dabei viel Rauch oder einen unangenehmen Geruch zu verbreiten, zwar leicht fließe, aber während des Brennens nicht abtropfe, nach dem Erkalten Glanz und Farbe unverändert beibehalte und dem Papiere, ohne abzuspringen oder in der Sommerwärme breit zu laufen, adhärire. Im Bruche darf das Siegellack nichts Erdiges oder Körniges zeigen, sondern soll gleichförmige und mattglänzende Flächen darbieten.

Von den im Handel vorkommenden Schellacksorten giebt man dem sogenannten blonden zur Siegellackfabrikation den Vorzug vor den dunklen und braunen Sorten.

Der zweite wesentliche Bestandtheil des Siegellacks ist der Terpentin, welcher die Flüssigkeit der Masse vermehren, die Sprödigkeit vermindern und sie brennbarer machen soll. Im Allgemeinen wendet man 25 bis 50 Proc. vom Gewichte des Schellacks an Terpentin an; bei der großen Verschiedenheit in der Zusammensetzung des Terpentins, d. h. in Bezug auf seine Bestandtheile — Harz und Terpentinöl — sind wechselnde Mengen bis zu gleichen Theilen Terpentin und Schellack erforderlich. In einigen Fabriken pflegt man außer dem Terpentin der Siegellackmasse kleine Mengen rectificirtes Terpentinöl oder Wachholderöl oder ein mit etwas Lavendel- oder Thymianöl

[1]) „Wir verlangen, daß ihr bei Siegelung der unterthänigsten Berichte anstatt des Wachses, als welches Wir nicht leiden können, euch der rothen, die Rentkammer blauer, das Oberconsistorium violetter, die Aemter grüner und die Stadträthe gelber Oblaten bedienen sollt ꝛc. Weimar, den 15. Oct. 1742. — An die Regierung zu Weimar."

versetztes Gemenge beider, in der Menge von 6 Proc. vom Gewicht der Siegellackmasse zuzusetzen; eine zu große Menge Terpentinöl macht das Siegellack zu weich, zwar leicht brennend, aber auch stark rußend. Feste Harze wie Colophonium u. dgl. setzt man, namentlich zu den geringeren Sorten, nur in der Absicht zu, an Schellack zu ersparen. Häufig wird das Siegellack parfümirt, zum Theil in der That wegen des angenehmen Geruches, welcher sich beim Brennen entwickelt, zum größeren Theile aber, um unangenehme Gerüche, die eine Folge des Zusatzes von Terpentin oder Colophonium sind, zu maskiren; die zum Parfümiren zugesetzten Substanzen sind Storax, Benzoeharz, Tolubalsam, Perubalsam oder kleine Mengen ätherischer Oele wie Nelkenöl.

Außer dem Schellack und dem Terpentin gehört zur Zusammensetzung des Siegellackes noch ein Zusatz von erdigen Körpern, welcher zunächst das Gewicht der Masse vermehren soll, ohne die Qualität des Siegellackes zu beeinträchtigen, aber außerdem auch den Nutzen gewährt, dem zu schnellen Abtropfen und Rinnen des Siegellackes, besonders wenn die Masse durch einen zu großen Zusatz von Terpentin oder Harz zu flüssig geworden sein sollte, Einhalt zu thun. Unter den erdigen Körpern giebt man in vielen Fabriken der geschlämmten Kreide den Vorzug, obgleich mit Unrecht, weil namentlich bei den mit Harzen versetzten ordinären Siegellacksorten, das Siegellack beim Brennen in Folge von Kohlensäureentwickelung schäumt. Kohlensaure Salze sind als Zusatz möglichst zu vermeiden. Ein sehr vorzüglicher Zusatz ist die Magnesia (nicht die kohlensaure), welche bei der Verarbeitung der Mutterlaugen der Salinen und des Meerwassers (vergl. Bd. II p. 128) in großer Menge gewonnen wird; schon eine geringe Menge davon verhindert bei einer zu leichtflüssigen Masse das Rinnen und Abtropfen. Gebrannter Gyps ist als Zusatz der Kreide dann vorzuziehen, wenn die Masse viel Terpentin oder Terpentinöl enthielt; es absorbirt mit Leichtigkeit die flüssigen Bestandtheile und trägt dadurch zur Verminderung der Flüssigkeit der Masse bei. Ebenso läßt sich auch Zinkweiß mit Vortheil anwenden. Barytweiß gleichfalls, da es sich aber leicht zu Boden setzt, so ist fleißiges und sorgfältiges Umrühren unumgänglich. Zu den feinsten Siegellacksorten setzt man auch zuweilen nach Erdmann[1]) Wismuthweiß (basisch salpetersaures Wismuthoxyd).

Nächst den erdigen Bestandtheilen machen die farbegebenden Substanzen einen wesentlichen Bestandtheil der meisten Siegellacksorten aus. Als wichtigstes Farbematerial ist der Zinnober zu nennen, zu geringen rothen

[1]) Erdmann, Journ. für prakt. Chemie LXII p. 383.

Sorten wendet man die Mennige oder ein Gemisch von Zinnober und Mennige an. Pigmente aus dem Pflanzen- und Thierreich sind so viel als möglich auszuschließen, da solche Farben in der Hitze leicht verkohlen, doch wendet man zum Färben der feinsten Siegellacke Carmin mit Wismuthweiß gemengt an. Zu schwarzem Siegellack verwendet man durchweg Kienruß oder gebranntes Elfenbein, auch giebt man bei der Bereitung dieser Siegellacksorte häufig einen Zusatz von Pechasphalt.

§. 103.

Das Mischen und Zusammenschmelzen der Materialien.

Was die Mischungsverhältnisse der Materialien anlangt, so läßt sich bei den großen Verschiedenheiten der Eigenschaften des Schellacks und des Terpentins eine genaue Vorschrift zur Bereitung des Siegellackes nicht geben, doch können folgende Angaben wenigstens Anhaltpunkte gewähren.

Rothe Siegellacke (feine Sorten).[1])

	I.	II.	III.	IV.	V.
Schellack	550	620	550	700	760
Terpentin	740	680	600	540	410
Kreide oder Magnesia	300	200	—	—	—
Gyps oder Zinkweiß	200	—	—	—	—
Barytweiß	—	100	380	300	320
Zinnober	130	220	340	300	540
Terpentinöl	—	—	—	20	40
(Ordinäre Sorten).	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
Schellack	520	490	620	710	740
Terpentin	600	580	520	600	420
Harz	440	440	320	210	160
Kreide	180	—	—	100	—
Barytweiß	—	320	300	—	120
Zinnober	180	130	200	400	520

Schwarzes Siegellack.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Schellack	480	560	660	740	680
Terpentin	520	440	420	380	360
Harz	460	500	400	360	300

---

[1]) Girardin giebt zur Bereitung von gutem rothen Siegellack folgende Vorschrift: Schellack 48 Th., venetian. Terpentin 12 Th., Perubalsam 1 Th., Zinnober 36 Th.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kreide	280	180	140	140	150
Kienruß	80	—	—	—	—
Beinschwarz	—	420	300	300	320
Pechasphalt	—	—	—	—	200

Braunem Siegellack giebt man die Färbung durch ein Gemenge von Zinnober mit Ruß oder Beinschwarz, oder durch Eisenmennige, oder durch Umbra, gelbem durch (auf nassem Wege dargestelltes) Schwefelarsenik oder durch chromsaures Zinkoxyd, blauem durch Kobaltultramarin und Magnesia, oder durch Coeruleum, eine neue blaue Farbe, aus 50 Th. Zinnoxyd, 18 Th. Kobaltoxydul und 32 Th. Gyps bestehend (gewöhnliches Ultramarin liefert kein schönes Blau), grünem durch Rinmanns Grün (vrgl. Bd. I p. 506) mit Zinkweiß oder Magnesia verdünnt. Goldlack, welches nach dem Siegeln, dem Aventuringlas (vrgl. Bd. II p. 403) ähnlich, mithin halb durchsichtig, goldähnliche Flittern zeigt, wird durch Zusatz von mit dem Wiegemesser klein geschnittenem unächten Blattgold zu einer von erdigen Theilen vollkommen freien Masse aus Schellack und Terpentin erzeugt. Eine kleine Menge Rinmanns Grün mit einer geringen Quantität Magnesia abgerieben und nebst zerschnittenem Blattsilber oder Blattaluminium der Harzmasse incorporirt, giebt grünen Lack mit Silberflitterchen. Weißes Siegellack erhält man aus gebleichtem Schellack, Terpentin, Wismuthweiß oder Zinkweiß.

Zu Packlack nimmt man folgende Massen: 2 Kilogr. helles Colophonium, 1 Kilogr. Fichtenharz, 0,5 Kilogr. Terpentin, 0,75 Kilogr. Kreide oder 1,25 Kilogr. Barytweiß (letzteres vollständig ausgetrocknet und mit 30 Grm. Terpentinöl angerieben) und setzt dazu zu Braun 1 Kilogr. Umbra oder 0,75 bis 1,0 Kilogr. Eisenoxyd oder 1 Kilogr. Bolus, giebt auch wol etwas Zinnober oder Mennige hinzu.

Zu Flaschenlack schmilzt man zusammen weißes Pech 1 Kilogr., Fichtenharz 2 Kilogr., gelbes Wachs 2 Kilogr. (oder statt dessen auch Paraffin 1 Kilogr. und Unschlitt 1 Kilogr.), Terpentin 1 Kilogr. oder Fichtenharz 5 Kilogr., gelbes Wachs 1 Kilogr., Terpentin 1 Kilogr. Das Gemisch wird gefärbt und zwar roth mit rothem Ocker oder Eisenmennige, schwarz mit Beinschwarz, grün mit einer Mischung von Berlinerblau und Zinkgelb. Für die oben angegebenen Gewichtsverhältnisse setzt man folgende Mengen von Farbestoff zu

rothen Ocker		1	Kilogr.
gebranntes Elfenbein		0,5	„
Gemisch aus	Berlinerblau	1	„
	Zinkgelb	2	„

Zuweilen mengt man dem Lack Glimmerblättchen oder Bronzepulver und zwar auf 1 Kilogr. Lack 100—200 Grm. bei. Von den Farben hat man sorgfältig Mennige und Zinnober zu vermeiden. Das Wachs oder der Unschlitt und das Paraffin verhindern in der geeigneten Menge der Masse zugesetzt das Kleben an den Händen und befördern das reine Abspringen von der Flaschenmündung, ohne Bildung von Pulver.

§. 104.

Das Zusammenschmelzen und Zusammenmischen der Materialien ist eine wichtige Operation der Siegellackfabrikation, weil von ihrem Gelingen die Qualität des Siegellackes abhängt. Eine zu hohe und zu lange anhaltende Temperatur ist im hohem Grade schädlich, weil dadurch der Schellack zum Theil seine Leichtschmelzbarkeit einbüßt, der Terpentin zu viel Terpentinöl verliert, wodurch die Masse zu strengflüssig wird, und endlich auch die Nüance der meisten Farben Schaden leidet; zu geringe Wärme giebt dagegen eine ungleichförmige Masse, welche zu schnell erkaltet und sich zum Formen in Stangen nicht mehr eignet. Es hat sich durch die Erfahrung herausgestellt, daß die geeignetste Temperatur zum Schmelzen der Masse 110—115° C. ist. Man bringt zunächst den Terpentin in das Schmelzgefäß, dann den Schellack und die Harze, und zuletzt die erdigen Bestandtheile nebst den Farben. Das Schmelzen darf nie mit zu großen Massen in einem Schmelzgefäß auf ein Mal geschehen, bei ordinären Lacken ist eine Portion von 6 Kilogramm, bei feinen von 2—3 Kilogramm hinreichend. Die Schmelzgefäße sind irdene, oder eiserne oder kupferne, und stehen bei fabrikmäßigem Betriebe auf einem gemauerten Ofen. Die geschmolzene, sorgfältig gemischte und fertige Masse wird nun sofort geformt, so lange dieselbe plastisch ist.

§. 105.

Das Formen der Masse in Stangen.

Das Formen der Masse in Stangen geschah ehedem, als man weniger flüssige Massen als heutzutage anwendete, auf die Weise, daß man eine Portion der fertigen Masse aus dem Schmelzgefäß auf eine polirte Marmorplatte brachte, auf dieser mehrere Mal wendete, bis sie etwas ausgekühlt war, dann mit einem Brette flach drückte und in die Länge zu einer runden Stange ausrollte, die dann entweder rund gelassen oder flach gedrückt wurde. Dieses Verfahren war aber nicht nur ein wenig förderndes, sondern erforderte auch sehr geübte Arbeiter.

Gegenwärtig gießt man die Masse in Formen und macht aus diesem

Grunde die Masse dünnflüssiger als früher. Man hat zweierlei Arten von Formen., nämlich liegende, oben offene, und mithin eintheilige Formen, und geschlossene, stehende, welche in der Regel nur aus zwei Hälften bestehen. Die erste Art der Formen, die am häufigsten Anwendung finden, sind in der That nichts Anderes als offene Rinnen, welche in einer Messingplatte von circa 2 Centim. Dicke, 36 Centim. Länge und 40 bis 45 Centim. Breite eingehobelt werden; die Rinnen sind am Boden etwa 15 Millimeter, an der Oberfläche etwa 17 Millim. breit, 10 Millim. tief, gut polirt und werden an ihren Enden dadurch abgeschlossen, daß die Messingplatten in einen sie dicht umschließenden eisernen Rahmen eingesetzt werden. Die Formen haben stets eine solche Länge, daß Doppelstangen gegossen werden können, die man später theilt. — In die mit einem mit Oel benetzten Baumwollbäuschchen ausgewischten Rinnen gießt man aus den mit einem Schnabel versehenen Kessel, oder, falls dieser zu groß sein sollte, aus einer großen Kelle mit Schnabel die Masse in einem dünnen Strahl, ohne abzusetzen, bis alle 18 Rinnen, welche gewöhnlich eine Messingplatte enthält, gefüllt sind. Bei einiger Uebung bringt man es leicht dahin, daß die 18 Rinnen annähernd 1,5 Kilogr. Siegellack erhalten. Die Stangen werden nachher in zwei Theile getheilt, und man erhält folglich zwölf Stangen per Zollpfund (= 0,5 Kilogr.), oder, wenn sechszehn Stangen auf das Zollpfund verlangt werden, so gießt man nur 1,25 Kilogr. in die 18 Formen der Messingplatte. Durch die Art der Rinnenfüllung liegt es daher in der Hand des Arbeiters, nicht nur dünnere oder dickere Stangen, sondern sogar ein bestimmtes Gewicht derselben zu erhalten.

Die zweite Art Formen, nämlich die aufrechten oder stehenden Formen finden nur bei den feinsten Sorten, namentlich bei Damenlack Anwendung, welches durchweg aus sehr flüssigen Massen gebildet ist, damit die zarten Farben nicht durch starkes Erhitzen beschädigt werden. Die Formen, 12—14 Centimeter lang, sind von Messing, bestehen aus zwei Hälften und sind überhaupt den zum Gießen des Höllensteins und des Aetzkalis in den chemischen Laboratorien üblichen Formen sehr ähnlich. In die Formen sind die Stempel eingravirt. Die Formen sind fein ausgeschliffen und möglichst gut polirt, und damit die Luft entweichen könne, die Form sich gut füllt und in den Stangen keine Blasen und Höhlungen entstehen, werden auf den Rippen, welche die einzelnen Höhlungen von einander trennen, durch einzelne Feilstriche kleine Luftkanäle gebildet, die aber so eng sind, daß kein Siegellack in sie hineinfließt. Damit der Guß gelinge, wird die Form vorher etwas erwärmt. Bei dünnflüssigen Sorten fällt die Stange glänzend aus den Formen, wo dies aber nicht der Fall ist, muß man durch vorsichtiges Ein-

führen in den Polirofen nachhelfen, wobei aber stets an Schärfe der Kanten und des Dessins verloren geht.

§. 106.

Das Ausrüsten der Stangen.

Die gegossenen Stangen werden noch ausgerüstet, d. h. polirt, gestempelt und halbirt. Sobald das Siegellack in den Formen gehörig erkaltet ist, nimmt man die Rahmen, welche die seitlichen Rinnöffnungen verschließen (vergl. Seite 227) ab und hebt die Siegellackstangen, welche aus den Rinnen mit konischem Querschnitt leicht loslassen, faßt dann je vier oder sechs so zwischen den Fingern, daß sie fächerförmig auseinanderstehen und sich nirgends berühren, und hält sie kurze Zeit in eine Art Muffel, genannt der Polir- oder Glänzofen, welcher stark geheizt ist. Dieser Ofen besteht aus einer gußeisernen Platte von 35 bis 40 Centimeter Breite und 50 Centim. Länge, über welche der Länge nach ein Gewölbe geschlagen ist, welches an der einen kurzen Seite der Platte zugeschmolzen, an der andern offen ist; die Platte wird durch ein darunter befindliches Feuer geheizt. Der Arbeiter hält die Stangen etwas über die Hälfte ihrer Länge in die erwärmte Muffel. Die Oberfläche der Stangen geräth dadurch in beginnenden Fluß und die Stangen selbst beginnen sich zu senken; man dreht die Hand rasch um, so daß sie gleichmäßig weich werden und die scharfen Ränder sich abrunden und schreitet nun ohne Verzug zum Stempeln der einen geglätteten Hälfte. Die Art der Bezeichnung ist verschieden, zuweilen giebt man jeder Stange zwei kleinere Stempel gegen die Enden zu und einen längeren in die Mitte, zuweilen aber auch nur in der Mitte einen einzigen Stempel. Zu dem Ende legt der Arbeiter die noch weiche polirte Stange auf eine kalte Marmorplatte und drückt rasch den Stempel aus Messing darauf; da die Stange erweicht ist, so drückt der Stempel die Masse zu beiden Seiten etwas nach außen; um die hervorgetretenen Ränder, welche nicht nur der Stange ein übles Aussehen geben, sondern auch das Einpacken derselben erschweren würden, zu beseitigen, stellt der Arbeiter die Siegellackstange erst auf die eine, dann auf die andere Seite, und läßt sie dann auf der Marmortafel abkühlen. Hierauf beginnt die eben erläuterte Arbeit des Glänzens und Polirens von Neuem und zwar mit den anderen Hälften der Doppelstangen. Alsdann legt man sämmtliche Stangen zwischen ein Paar Leisten und giebt quer über die Mitte, sowol auf der Oberseite, als auch auf der Unterseite, nach einander mit einem Messer einen Strich, welcher es leicht macht, die Stangen entzwei zu brechen. Die hierbei sich bildenden scharfen Kanten werden durch Halten der Stangen in den Polirofen verschmolzen.

§. 107.

Einige besondere Arten von Siegellack.

Unter den besonderen Arten von Siegellack ist das marmorirte Damenlack erwähnenswerth. Diese Siegellacksorte besteht aus zwei oder mehreren grell gegen einander abstechenden Farben, z. B. roth, blau und weiß, die sich in Stangen gut ausnehmen, aber beim Siegeln, wenn sie ihr Ansehen behalten sollen, mit Vorsicht behandelt werden müssen; man darf dieses Siegellack nicht zu lange brennend und geschmolzen erhalten, auch auf dem Papier nicht zu stark verreiben, weil außerdem die Farben sich mit einander mischen würden. Man erhält die marmorirten Siegellacke auf verschiedene Weise, entweder indem man im Polirofen erweichte Stängelchen der verschieden gefärbten Lacke schraubenförmig zusammendreht, und sie dann zur Form einer einfachen Stange ausrollt, oder indem man aus zwei oder drei Schmelzgefäßen die verschiedenartig gefärbten geschmolzenen Lacke gleichzeitig in dünnen Strahlen unter fortwährendem zickzackförmigen Bewegen der Gefäße in ein anderes Gefäß gießt und die Masse hierin mit einer Gabel einigemal umrührt, und dann in die Formen gießt. Durch letzteres Verfahren erhält man das eigentlich marmorirte Lack. Noch bequemer ist eine andere Methode, nach welcher man ein einziges Schmelzgefäß verwendet, welches aber in der Mitte mit einer Scheidewand versehen ist, die bis in den Ausgußschnabel reicht. Die Masse der vorherrschenden Farbe muß dünn- und leichtflüssiger sein. Während des Ausgießens folgt man mit oscillatorischer Bewegung des Schmelzgefäßes der Länge der Formrinnen.

Die transparenten Siegellacke werden durch vorsichtiges Zusammenschmelzen durchsichtiger und möglichst farbloser Harze erhalten, so z. B. aus:

	I.	II.
gebleichtem Schellack	520	180
venetian. Terpentin	260	380
Mastix	180	—
Dammarharz	—	180
weißem Copal	—	380

Der Copal muß auf das Feinste gepulvert der geschmolzenen Masse zugesetzt werden.

Die Siegellacksorten mit Docht, welcher, einmal angezündet, das Brennen und Schmelzen gleich einer Kerze unterhält, sind zu verschiedenen Zeiten aufgetaucht, aber stets baldigst wieder verschwunden; die Fabrikation der mit Docht versehenen Stangen ist einfach; man gießt zuerst nur halb so

viel Siegellack in die Formrinne, als zur Dicke der Stange erforderlich ist, legt einen Docht aus 6—10 Fäden Baumwollgarn, welches mit Wachs, Stearinsäure oder Paraffin getränkt ist, oder statt dessen einen Kautschukfaden, der Länge nach darauf, und füllt die Rinne vollends mit Siegellack an. Damit der Docht möglichst wenig Rückstand hinterlasse, der das Siegel verunreinigen würde, ist ein vorheriges Tränken desselben mit Borsäurelösung nöthig.

Das plattirte Siegellack wird dargestellt, indem man Stangen von ordinärem Lack in eine sehr flüssige Masse einer feinen Sorte taucht, oder indem man die Stangen, so wie sie aus dem Glänzofen kommen, mit feinem Pulver aus gutem Siegellack bestreut, oder sie darin rollt, und dies im Glänzofen aufschmilzt. Das plattirte Siegellack wird nur in der Absicht, zu täuschen, gefertigt. —

Die Leuchtmaterialien und die Beleuchtung.

Einleitung.

§. 108.

Allgemeines über Leuchtmaterialien und Beleuchtung.

Von der großen Anzahl von Körpern, welche bei ihrer Verbrennung dauernd Licht entwickeln, sind es nur wenige, die geeignet sind, als **Leuchtmaterialien** angewendet zu werden. Nur eine kleine Anzahl erfüllt die Bedingungen, unter denen nur eine Verwendung als Beleuchtungsmittel möglich oder vortheilhaft ist; diese Bedingungen sind:

1) daß der Körper beim Verbrennen Wärme in hinreichender Menge entwickelt, um fortbrennen zu können;

2) daß, wenn der fragliche Körper ein starrer ist, er vor der Verbrennung Gas- oder Dampfgestalt annehme, da sonst die zu Beleuchtungszwecken unerläßliche Lichterscheinung, die wir Flamme nennen, nicht stattfindet;

3) daß der verbrennende Körper in der Flamme feste Körper ausscheide, weil nur hierdurch das Leuchtvermögen der Flamme bedingt ist;

4) daß derselbe selbst oder das Rohmaterial, welches zu dessen Herstellung dient, in der Natur in größerer Menge aufgespeichert, und mit geringen Kosten zu beschaffen sei;

5) daß die Produkte der Verbrennung gasförmig und ohne schädlichen Einfluß auf die Gesundheit und das Leben der Geschöpfe seien.

Es ist als allgemein bekannt vorauszusetzen, daß eine jede Anhäufung von größeren Mengen von Wärme einem Körper die Eigenschaft ertheilt, Licht auszustrahlen; bei den festen und flüssigen Körpern, deren Moleküle dichter an einander gelagert sind, bemerkt man daher im höheren Grade das Vermögen, beim Erhitzen Licht auszustrahlen, als bei den gas- und dampfförmigen Körpern. Bei etwa 500—600° zeigt ein fester Körper die Eigenschaft des Rothglühens, bei ungefähr 1000° die des Weißglühens, ein gasförmiger Körper, bis auf die genannten Temperaturen erhitzt, leuchtet dagegen nur äußerst schwach. Damit ein gasförmiger Körper, und nur ein solcher kann, wie oben erwähnt, zu Beleuchtungszwecken Anwendung finden, leuchte,

ist es nöthig, daß bei seiner Verbrennung entweder ein starrer Körper sich in der Flamme von selbst ausscheide, wie die Kohlenstoffpartikelchen in der gewöhnlichen Flamme, welche glühen und die Lichtentwickelung bewirken, oder ein starrer Körper in die an sich nicht mit Leuchtkraft begabte Flamme hinein gebracht werde und darin ins Glühen gelange, so z. B. eine Spirale von Platindraht in eine Wasserstoffgasflamme, ein Stück Kalk in das Knallgasgebläse u. s. w.

Wenn wir von der letztgenannten Art der Beleuchtung, welcher ohne Zweifel eine große Zukunft bevorsteht, und von der Beleuchtung auf elektrischem Wege, der später ein besonderer Abschnitt gewidmet sein wird, vorläufig absehen, und nur diejenige Leuchtart, bei welcher die Lichtausstrahlung der Flamme eine Folge ist von in der Flamme selbst ausgeschiedenen und darin suspendirten und bis zum Glühen erhitzten Kohletheilchen, ins Auge fassen, so folgt a priori, daß alle Körper, die als Leuchtmaterialien Anwendung finden sollen, Verbindungen des Kohlenstoffs mit dem Wasserstoff enthalten müssen. Und diese Kohlenwasserstoffe finden sich auch in der That in allen Substanzen, die entweder als Beleuchtungsstoffe selbst, oder zu deren Fabrikation Benutzung finden, so in dem Talg, dem Palmöl und der daraus dargestellten Stearin- und Palmitinsäure, dem Wachs, dem Walrath, dem Paraffin, dem Rüböl, dem Solaröl, dem Photogen und dem Petroleum, dem Camphin und Pinolin, ferner in der Steinkohle, den bituminösen Schiefern wie der Bogheadkohle, endlich in dem Holz, den Fetten und den Harzen.

§. 109.

Jeder flüssige und feste Körper, der sich bei einer Temperatur verflüchtigt oder unter Zersetzung vergast, welche geringer als die zur Verbrennung erforderliche ist, kann begreiflicherweise nur als Gas brennen. Die dabei wahrzunehmende Lichterscheinung nennt man, wie bereits bemerkt, die **Flamme**. Dieselbe erlangt ihre bekannte Form durch den Druck der sie umgebenden Luft, indem letztere als gasförmiger und durch die Wärme leichter gewordener Körper verdrängt und zum Aufsteigen veranlaßt wird. Das Leuchtmaterial wird, wenn es aus geschmolzener Paraffin- oder Stearinsäure, oder aus Oel (Rüböl oder Solaröl) besteht, in den freien Zwischenräumen des Dochtes wie von Capillarröhren in die Höhe gezogen und in der Nähe der Flamme in gasige und dampfförmige Produkte zersetzt, deren Natur im Wesentlichen mit der des gereinigten Leuchtgases übereinstimmt. Die ersten und wichtigsten Aufklärungen über die Natur der Flamme und das Leuchten derselben, namentlich über die Ursache ihrer ungleichen Lichtstärke verdanken wir H. **Davy**. In neuerer Zeit haben wieder mehrere Chemiker ihre Aufmerksamkeit dem Stu-

dium der Flamme zugewendet, und die Arbeiten von Hilgard, Landolt, Volger, Lunge, Frankland und Kersten haben unsere Kenntnisse hinsichtlich der Natur des Leuchtens der Flamme nicht unwesentlich erweitert.

Die genaue Betrachtung einer Flamme läßt darin drei Theile unterscheiden, nämlich 1) einen äußeren, leuchtenden Mantel, den sogenannten Schleier, 2) einen mittleren, glühenden Kern und 3) einen innersten und untersten Theil, in welchem letzteren die Vorwärmung der zur Verbrennung gelangenden gasigen Körper erfolgt. Die gewöhnliche Annahme über die Natur des Leuchtens der Flamme ging bis auf die neueste Zeit dahin, daß aus den Kohlenwasserstoffen, welche die Flamme bilden, durch die hohe Temperatur und durch den von außen eindringenden atmosphärischen Sauerstoff, welcher sich vorzugsweise mit dem Wasserstoff verbinde, der Kohlenstoff abgeschieden werde und durch sein Erglühen in der Wasserstoffflamme dieselbe leuchtend mache. Durch die oben erwähnten Arbeiten, namentlich die von Hilgard, welcher mit einer Kerzenflamme operirte und von Landolt, der die Natur des Leuchtens der Gasflamme zum Gegenstand des Studiums machte, erfahren wir, wie schnell die atmosphärische Luft mit den Verbrennungsprodukten durch die Flamme diffundirt und wie im Innern derselben die brennbaren Gase abnehmen, die Verbrennungsprodukte aber zunehmen. Alle diese Untersuchungen sind jedoch noch nicht zur Erklärung vieler der gewöhnlichsten Erscheinungen bei leuchtenden Flammen hinreichend. Man ist z. B. noch keineswegs im Klaren über den Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung eines Leuchtstoffes und seinem Leuchtwerthe, so daß die Gasanalysen, welche zum Zwecke der Werthsbestimmung des Leuchtgases gegenwärtig häufig ausgeführt werden, immer noch wenig Aufklärung in dieser Hinsicht geben.

Das, was man über die Natur der Flamme weiß, ist eine Folge der Untersuchung O. Kersten's, welche die zunächst von O. L. Erdmann ausgesprochene Ansicht bestätigt, daß bei der Verbrennung des Leuchtgases der Sauerstoff zunächst und vorzugsweise an den freien, in der Flamme suspendirten und die Leuchtkraft bedingenden Kohlenstoff tritt und nicht zunächst an den Wasserstoff. O. Kersten[1]) neigt sich über die Natur der leuchtenden Flamme folgender Ansicht zu: Die Verbrennung findet nicht im Innern, sondern nur in dem Schleier und in dem Theile des leuchtenden Mantels, der ihnen zunächst liegt, statt, denn es kann nicht angenommen werden, daß durch eine Schicht glühenden Wasserstoffs und Kohlenstoffs eine Spur Sauerstoff eindringen könne; die im Innern wahrgenommenen Verbrennungspro-

---

[1]) O. Kersten, Journ. f. prakt. Chemie (1861), LXXXIV p. 314.

dufte sind nicht dort entstanden, sondern nur durch Diffusion dahin gelangt. Die Gesammthitze der Flamme rührt mithin vom Schleier der Verbrennungszone her. Die Temperatur des Innern der Flamme und des Mantels nimmt natürlich nach oben stark zu, und daher ist der leuchtende Theil, in welchem der Kohlenstoff durch die Hitze ausgeschieden wird, unten eine dünne Hülle des dunklen Kegels, weiter oben aber, wo die Temperatur, bei welcher die Kohlenwasserstoffgase in ihre Bestandtheile sich spalten, sich bis in die Mitte erstreckt, erfüllt er das gesammte Innere, weshalb man hier eine massive leuchtende Flamme hat. Indem dann der freie Kohlenstoff dem sauerstoffreichen Schleier sich nähert, verbrennt er zu Kohlensäure, und hauptsächlich während dieser Verbrennung leuchtet er, und zwar um so mehr, je lebhafter sie ist. In dem Schleier verbrennt mithin zuerst Kohlenoxyd und Wasserstoff zugleich; daß dieser Schleier am untern Theile noch keinen leuchtenden Mantel bildet, erklärt sich daraus, daß die Masse der innern Gase noch zu kalt ist, als daß eine Abscheidung von Kohlenstoff aus den Kohlenwasserstoffen möglich wäre. Das Nichtleuchten einer Flamme, selbst der von reinem ölbildenden Gase, in Folge zu geringer Ausdehnung der hohen Schleiertemperatur läßt sich wahrnehmen, wenn man eine Gasflamme möglichst klein macht; in diesem Falle findet Verbrennung im Ganzen statt, ehe eine Zersetzung vor sich gehen konnte, wie im unteren blauen Theile einer leuchtenden Flamme. Das Leuchten beruht demnach auf der Zusammensetzung des Gases vor der Verbrennung und keineswegs auf einer Späterverbrennung des Kohlenstoffs. Die Gestalt der Flamme und ihrer Theile und alle ihre Eigenthümlichkeiten erklären sich somit ungezwungen.

Unter den gewöhnlich stattfindenden Verhältnissen gehört es zur Zusammensetzung eines Leuchtmateriales, welches bei ruhiger Luft leuchten, aber nicht rußen soll, daß es auf 6 Gewichtstheile Kohlenstoff 1 Gewichtstheil Wasserstoff enthalte, wie es ungefähr bei dem ölbildenden Gase, dem Paraffin, dem Wachse und der Stearinsäure der Fall ist. Terpentinöl schon, welches auf 1 Th. Wasserstoff $6^1/_2$ Th. Kohlenstoff enthält, verbrennt mit rußender Flamme, in weit höherem Grade ist dies bei dem Benzol der Fall, das aus 1 Th. Wasserstoff und 12 Th. Kohlenstoff besteht. Soll der überschüssige Kohlenstoff, der sich als Ruß ausscheidet, verbrennen, so kann dies nur durch vermehrte Luftzufuhr geschehen, wie es z. B. der Fall ist bei den Lampen durch Aufsetzen eines Glascylinders. Flammen, die keine Kohle ausscheiden wie die des Grubengases und des Alkohols, brennen nur wenig leuchtend. Die Leuchtkraft eines leuchtenden Gases wird sofort vernichtet, wenn man demselben atmosphärische Luft zumischt, wie es z. B. in den Gasbrennern zu Heizungszwecken in den chemischen Laboratorien geschieht; oder wenn man

es mit indifferenten Gasen oder Dämpfen wie z. B. mit Stickgas oder Wasserdampf mengt.

Die Beleuchtung findet statt

I. vermittelst bei gewöhnlicher Temperatur **starren** Substanzen, die in **Kerzenform** zur Anwendung kommen, hierher gehören der Talg, das Palmöl, die Stearin- und Palmitinsäure, die Claïdinsäure, die Sebacylsäure, das Wachs, der Wallrath und das Paraffin;

II. vermittelst **flüssiger** Substanzen, welche vorzugsweise zur **Lampenbeleuchtung** dienen, welche wieder zerfallen

a) in **nichtflüchtige** Oele wie Rapsöl, Olivenöl und Thran;

b) in **flüchtige** Oele; letztere sind entweder

α) ätherische Oele wie das Camphin (gereinigtes Terpentinöl) und das Pinolin, oder

β) durch Verarbeitung von Theer (aus Torf, Braunkohle, Blätterschiefer) erhaltene **Mineralöle**, die Gemenge von flüssigen Kohlenwasserstoffen sind, und unter dem Namen Solaröl, Photogen, Kerasin im Handel sich finden, oder endlich

γ) das von der Natur gelieferte Steinöl oder Petroleum;

III. vermittelst **gasförmiger** Substanzen, welche entweder durch trockne Destillation von Steinkohle, bituminösem Schiefer, Torf, Holz, Harzen und Fetten sich bilden, welche bei hoher Temperatur in einen festen kohlereichen Rückstand, in Theer und in Gase zerlegt werden, oder auch wie das sogenannte Wassergas aus Kohle und Wasserdämpfen entstehen.

Wir betrachten im Folgenden die Lehre von der Beleuchtung in fünf Abschnitten, nämlich

Erster Abschnitt:	Die Gasbeleuchtung,
Zweiter „	Die Lampenbeleuchtung,
Dritter „	Die Kerzenbeleuchtung,
Vierter „	Die Paraffin- und Solarölindustrie,
Fünfter „	Die elektrische Beleuchtung.

Erster Abschnitt.

Die Gasbeleuchtung.[1])

§. 110.

Allgemeines und Geschichtliches.

Zur Geschichte der Gasbeleuchtung (éclairage au gaz, *gas-lighting, gas-illumination*) seien folgende Bemerkungen vorausgeschickt.

Die Beobachtung, daß aus Steinkohlen ein brennbares Gas erhalten werden kann, ist schon mehrere Jahrhunderte alt, wußte man ja schon seit den ältesten Zeiten, daß in dem großen Haushalte der Natur aus Steinkohlen- und Braunkohlenflötzen, sowie aus Steinsalzlagern brennbare Gase in großer

---

[1]) Literatur: Accum, Practical Treatise on Gaslight, London 1815; Accum, Description of the process of manufacturing Coal-gas, London 1819 (ins Deutsche übersetzt von Lampadius, Weimar 1816—19); Peckston, Theory and practice of Gas-lighting, London 1847; Clegg, Treatise on the manufacture of Gas, London 1859; Samuel Hughes, Treatise on Gas-Works, and the practice of manufacturing and distributing Coal-Gas, London 1853; E. Ronalds and Richardson, Chemical Technology, London 1855, vol. I. Part II p. 562—715; S. Clegg, Traité pratique de la fabrication et de la distribution du gaz d'éclairage, traduit par Ed. Servier, Paris 1860; Pelouze, Traité de l'éclairage au gaz, Paris 1860; Magnier, Nouveau manuel de l'éclairage au gaz, Paris 1849; B. Verver, L'éclairage au gaz à l'eau, Leide 1858; Payen, Précis de chimie industrielle, Paris 1859, Tome II p. 604—677; N. H. Schilling, Handbuch der Steinkohlengas-Beleuchtung, München 1860; C. F. A. Jahn, Die Gasbeleuchtung, Leipzig 1862; P. Bolley, Handbuch der chem. Technologie, Braunschweig 1862; 1. Band, zweite Hälfte (Gasbeleuchtung); Prechtl, Encyclopädie, Bd. VI p. 369—432, und Supplement (1861), Bd. III p. 211—271; Journal für Gasbeleuchtung (redigirt von Schilling) München; Jahresbericht für chem. Technologie (herausgegeben von Wagner), Jahrgang 1855 (p. 431—453); 1856 (p 413—431); 1857 (p. 473—491); 1858 (p. 593—618); 1859 (p. 633—672); 1860 (p. 582—616); 1861 (p. 672—699).

Menge sich bilden, welche als Gasquelle an die Oberfläch eder Erde gelangen. Da diese brennbaren Gase nicht selten entweder zufällig oder absichtlich entzündet worden sind, so bedingen sie die sogenannten Erdfeuer oder Feuerquellen. In einigen Gegenden, wo Quellen von Kohlenwasserstoffen reichlich und ununterbrochen ausströmen, hat man eine vortheilhafte Benutzung dieser Gase zur Beleuchtung eingeleitet. Nicht selten ist ihnen der Ausweg an die Erdoberfläche erst durch Bohrlöcher eröffnet worden. Schon lange kennt man solche brennende Gasquellen in Oberitalien, z. B. bei Pietra mala (zwischen Florenz und Bologna), bei Barigazzo (zwischen Modena und Pistoja), und bei Valleja im früheren Herzogthume Parma. Da in denselben Gegenden auch Salzquellen und Petroleumquellen vorkommen, so scheint dies auf einen Zusammenhang aller drei Erscheinungen zu verweisen, welche man durch die Annahme zu erklären versucht hat, daß in der Tiefe Lager von Steinsalz vorhanden sind, welche oft (vrgl. Bd. II p. 133) Kohlenwasserstoffgas im comprimirten Zustand enthalten, daß dieses Steinsalz von unterirdischen Wassern aufgelöst, dabei das Gas frei gemacht wurde und theils als Gasquelle an die Erdoberfläche gelangt, theils auch in Folge von starker Compression im condensirten Zustande als Petroleumquelle ausfließt. Dieselbe Association von brennbaren Gasquellen, Petroleum und Steinsalz findet man in den Karpathen (sowol galizischer Seite in Wieliczka, als auch ungarischer Seite bei Szlatina) an der Westküste des Caspissees (die Feuer von Baku), in Mesopotamien, in Kurdistan, in den beiden Indien, in China, sowie an unzähligen Punkten im Gebiete der großen nordamerikanischen Salzformation, wo die meisten Bohrbrunnen mit der Salzsoole nicht nur Kohlenwasserstoffgase in reichlicher Menge, sondern auch viele derselben Petroleum liefern. Für den vorliegenden Zweck ist es erwähnenswerth, daß man bei Fredonia im Staate New-York einen Gasschacht abgeteuft hat, aus welchem das Gas in einen Gasometer gelangt, der 70—80 Flammen für die Gasbeleuchtung des Dorfes Fredonia liefert. In dem Karpathensalzbergwerk Szlatina benutzt man seit dem vorigen Jahrhunderte das dem Boden entströmende Kohlenwasserstoffgas zur Beleuchtung der tieferen Grubenräume. So viel von dem Vorkommen des natürlichen Leuchtgases.

§. 111.

Was das künstlich dargestellte Leuchtgas aus Steinkohlen anlangt, so hat ohne Zweifel die Natur durch die erwähnten Quellen von brennbaren Gasen den Weg angedeutet, auf welchem die künstliche Darstellung von Leuchtgas möglich ist. Im Jahre 1667 erstattete Thomas Shirley der Royal Society in London einen Bericht über das Vorkommen von brennbarem Gas

in einem Brunnen zu Wigan (Lancashire), im Jahre 1733 berichtete James Lowther derselben Societät über ein ähnliches Vorkommen solchen Gases in einem Brunnenschacht bei den Steinkohlengruben von Whitehaven. Die innige Beziehung des Gases mit der Kohle ließ sich nun nicht mehr verkennen. Nachdem im Jahre 1680 der frühere Leibarzt des Kurfürsten von Bayern Becher während seines Aufenthaltes in Großbritannien, wo er die Bergwerke und die Art ihres Betriebes studirte und zu verbessern suchte, mit der Zerlegung der Schwarzkohle durch Feuer sich abgegeben, und Stephan Hales in seiner zuerst 1727 erschienenen „*Vegetable Staticks or an Account of some statical Experiments on the Sap in Vegetables*“ eine brennbare elastische Luftart aus Steinkohlen dargestellt, untersucht und geschildert hatte, stellte Dr. John Clayton, Prediger und Dekan zu Kildare in Irland ausführliche Versuche über die Herstellung der brennbaren Gase durch Destillation von Steinkohle in retortenähnlichen Gefäßen dar. Die Resultate seiner Versuche über das Leuchtgas, welches er *Spirit of coal* nannte, sind in den Philosophical Transactions des Jahres 1739 und in einem Briefe Claytons an den berühmten Chemiker Robert Boyle niedergelegt, welches Schreiben als das erste Document über das Kohlengas im British Museum in London aufbewahrt wird. Im Jahre 1767 stellte der Bischoff von Landaff, Dr. Watson analytische Untersuchungen über die Steinkohle und das Holz an und fand, daß man aus ersteren ein entzündliches Gas, ein theerähnliches Oel und einen porösen kohligen Rückstand, die Koks erhalte.

Im Jahre 1786 ließ sich der Earl von Dundonald auf ein Verfahren auf die Gewinnung von Theer bei der Verkokung der Steinkohlen ein Patent ertheilen, welches indessen bereits 1720 durch den Baron Haake und 1750 durch den General Cowan ausgebeutet worden war. Die Theerschwelöfen waren auf dem Landsitze des Earls, auf der Culroß-Abbey errichtet worden und zwar auf Veranlassung einer damals publicirten Brochüre über die trockne Destillation der Steinkohle. Die flüchtigen Produkte mehrerer Oefen gingen in eine gemeinschaftliche Kühlvorrichtung, in welcher sich der Theer condensirte. In diese Vorlage hatten nun die Arbeiter ein Rohr eingekittet, aus welchem das nicht verdichtete Gas entwich, das in der Dunkelheit angezündet wurde und den Arbeitern zur Beleuchtung diente. Auch wurde das Gas in transportablen Gefäßen (nicht durch eine Röhrenleitung) nach der Abbey gebracht und dort als Gegenstand der Curiosität gebrannt. Ungefähr um die nämliche Zeit benutzte der Professor der Chemie Pickel in Würzburg aus Knochen erzeugte Gase zur Beleuchtung seines Laboratoriums.

Alle diese Versuche waren nur vereinzelt dastehende Vorläufer der Erfindung der Leuchtgasfabrikation, welche man dem Engländer William Murdoch, Beamten in den Bergwerken in Cornwall verdankt. Die Zeit, wo Murdoch anfing, sich mit der Destillation der Kohle zu beschäftigen, ist nicht genau bekannt, doch weiß man, daß er im Jahre 1792 sein Wohnhaus und sein Büreau in Redruth mit Gas beleuchtete, auch das Leuchtgas in Schweinsblasen aufgefangen, anstatt der Laterne bei seinen amtlichen Reisen benutzte. Im Verfolg seiner Studien und nach Verbesserung seiner Apparate gelang es ihm, als er einige Jahre nachher nach Old-Cunnock in Schottland übergesiedelt war, seinen Gasentwickelungsapparat in fortlaufendem regelmäßigen Betriebe zu erhalten. Zur Entwickelung und Förderung der Gasbeleuchtung trug indessen mächtig das Bekanntwerden Murdoch's mit James Watt auf Soho-foundry bei Birmingham bei, in dessen Folge Murdoch seine Versuche über Gasbeleuchtung in der berühmten Maschinenfabrik zu Soho fortsetzte, wo er sowol in J. Watt, als auch in dem, damals als Lehrling in Soho arbeitenden Samuel Clegg, dessen Name auf's innigste mit der Geschichte der Gasbeleuchtung verwebt ist, thätige und intelligente Mitarbeiter fand. Nach Besiegung großer Schwierigkeiten gelang es, die gesammte Fabrik im Jahre 1803 mit Gas zu beleuchten. Von diesem Jahre an ist die Einführung der Gasbeleuchtung zu datiren. Allerdings waren die Gasbereitungsapparate der damaligen Zeit noch sehr unvollkommen; man war noch nicht im Stande die mit dem Gase sich entwickelnden Theerdämpfe hinreichend zu condensiren und somit von dem Gase zu trennen, auch verstand man es nicht, das Gas zu reinigen, weshalb man die Gasbeleuchtung nur in einzelnen Fabriken, wo man die beim Verbrennen des Gases sich bildenden, stechend und widrig riechenden Producte unbeachtet ließ, einführen konnte, so z. B. 1805 in der mechanischen Spinnerei von Phillips und Lee in Salford und in der von Henry Lodge bei Halifax, in letzterer unter Clegg's Leitung.

Fast zu der nämlichen Zeit wie Murdoch, aber nicht mit demselben Erfolge, beschäftigte sich der französische Ingenieur Le Bon mit der Darstellung des Leuchtgases aus Holz. Läßt sich nun auch die frühere Anwendung des Leuchtgases den Engländern nicht streitig machen, so gebührt die Ehre der wissenschaftlichen Auffassung dennoch Le Bon. Während man in England lange Zeit die Entstehung der brennbaren Gase für eine nur den Steinkohlen zukommende Eigenschaft hielt, entwickelte Le Bon in einer kleinen Schrift, die unter dem Titel „Nachricht von einer ganz neuen Thermolampe" im J. 1799 bei Daisenberger (in Augsburg) in einer deutschen Uebersetzung erschien, weit gehende Ideen, indem er nicht nur Licht, sondern auch Wärme und eine für jede Art

von Maschinen zu verwendende bewegende Kraft zu liefern versprach. Da jedoch die Thermolampe die in Aussicht gestellten Leistungen nicht zu erfüllen vermochte, auch ihr genialer Urheber mehr ein Mann der Wissenschaft als der Uebertragung der Errungenschaften der Theorie in die Praxis war und die technischen Schwierigkeiten, die sich der Realisation seines Unternehmens entgegenstellten nicht überwinden konnte, so war die Thermolampe ein Apparat, der nur ein vorübergehendes Interesse darbot und mit ihrem verzweifelnden Erfinder [1]) im Jahre 1802 in Frankreich ihr Ende erreichte. In Oesterreich dagegen fand die Thermolampe viel Anklang, so führt Keeß in seiner „Darstellung des Fabrik- und Gewerbewesens" (Bd. I. p. 60) an, daß Professor Jasnüger sich um die Verbreitung und Vervollkommnung der Thermolampe in den österreichischen Staaten sehr verdient gemacht habe. Die Thermoöfen, die schon von Becher im Jahre 1685 angegeben wurden, tauchten vervollkommnet im Anfang dieses Jahrhunderts in Blansko in Mähren auf und wurden daselbst vom Grafen von Salm und von Z. A. Winzler, dem nämlichen Manne, der in der Geschichte der Gasbeleuchtung immerhin einen Platz verdient, eingerichtet. Die Thermoöfen, welche Leuchtgas, Theer, Holzkohle und Holzessig zu liefern bestimmt waren, verschwanden als Reichenbach die Leitung der Verkohlung des Holzes und der Verarbeitung der Producte in Blansko übernahm. Die folgeschweren Untersuchungen v. Reichenbach's über den Holztheer, wobei er zum Schöpfer der Paraffinindustrie wurde, stehen in einem innigen Zusammenhange mit der Thermolampe und mit der Geschichte der Gasbeleuchtung.

Den Vermittler zwischen den ersten Anfängen der Gasbeleuchtung aus Kohlen durch Murdoch und aus Holz durch Le Bon bildete der schon erwähnte Winzler [2]), welcher, wie es scheint, im Dienste des Grafen Salm in Blansko stand und dort den Betrieb der Thermoöfen leitete. Unabhängig von Le Bon erfand er die Thermolampe, welche er in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts in Wien und andern Städten Deutschlands producirte. Im Jahre 1803 sehen wir ihn unter dem Namen Winsor in London auftauchen und für das Project der auf ganze Stadtviertel ausgedehnten Gasbeleuchtung eine großartige Thätigkeit entfalten. Er hielt im Lyceum-Theater öffentliche Vorlesungen über Gasbeleuchtung, stellte sich im Jahre 1805 an die Spitze

---

[1]) Eine ausführliche Schilderung des Lebens und der Leistungen Le Bon's findet sich im Bulletin de la société d'encouragement 1856 p. 437.

[2]) Im vorigen Jahre stieß ich zufällig bei einem Besuch des Père la Chaise in Paris auf Winzlers (od. Winsors) Grab, das die Inschrift trägt: „Ici repose F.A. Winsor, fondateur de l'éclairage des villes par le gaz, mort à Paris le 11 mai 1830 (agé de 68 ans). Ex fumo dare lucem."

eines Actienunternehmens, versprach den Actionären auf 5 Pfd. Sterl. Einzahlung 570 Pfd. Sterl. Gewinn (mithin 11,400 Proc.), stellte dem Gouvernement eine Steinkohlensteuer von mindestens 11 Millionen Pfd. St. jährlich in Aussicht, und wußte es in der That endlich dahin zu bringen, daß das erforderliche Kapital von 50,000 Pfd. St. gezeichnet wurde. Das Unternehmen mißglückte indessen gänzlich. Da es den Technikern an der erforderlichen Erfahrung gebrach und Schwierigkeiten aller Art sich aufthürmten, deren Bewältigung selbst den tüchtigsten Männern, wenn sie an der Spitze des Unternehmens gewesen wären, wol unmöglich geworden wäre, so war es nur naturgemäß, daß alles Geld, das Kapital so wie eine nicht unbeträchtliche Nachzahlung [1]) binnen Kurzem in Rauch und Feuer aufgegangen war. Alles verlor den Muth, nur Winzler nicht, welcher seine Angelegenheit 1809 vor das Parlament brachte, um ein Privilegium für sein Unternehmen zu erlangen. Ungeachtet großer Schwierigkeiten, welche durch Unkenntniß der Eigenschaften des Gases, durch ausgestreute Gerüchte über dessen Gefährlichkeit [2]), durch Vorurtheile selbst bei den Trägern der Wissenschaft [3]), nicht wenig aber auch durch die mittlerweile als Concurrenten aufgetretenen

[1]) Die Mittel, deren sich Winzler bediente um Geld zu schaffen, waren oft eigenthümlicher Art, so erdreistete er sich, den Actionären, um sie zu einer Nachzahlung zu bewegen, gegenüber zu behaupten, daß er es nicht nur zu Stande gebracht, das Gas aus einem widrig riechenden Körper in einen wohlriechenden zu verwandeln, sondern auch demselben seine schädlichen Eigenschaften in einem solchen Grade zu nehmen, daß es von den Aerzten bereits zum Einathmen als Heilmittel verordnet werde.

[2]) Man war in der damaligen Zeit so wenig vertraut mit dem Begriff von Gasen, daß man Entzündlichkeit, Feuersgefahr, Hitze und Explosionsfähigkeit stets mit einander verwechselte und durcheinander warf; man konnte sich von der Meinung nicht lossagen, daß das aus der glühenden Gasretorte entwickelte Leuchtgas anders als heiß sein könne. Nicht selten sah man Vorübergehende auf der Straße die Gasleitungsröhren anfassen, um den Hitzgrad derselben zu ermitteln. Als die Gänge im Hause der Gemeinen mit Gaseinrichtung versehen wurden, bestand auch aus gleicher Furcht der Architekt darauf, daß die Leitungsröhren 10—12 Centimeter entfernt von der Lamperie der Mauer hinliefen. — Als Extrem ist anzuführen, daß zu der nämlichen Zeit ein gewisser Maiben ein Patent nahm auf die Herstellung von Gasleitungsröhren aus Holz und Papier.

[3]) Ein geachteter Chemiker Englands, Webster, erklärte noch im Jahre 1811 in seinen „Elements of Chemistry" die Gasbeleuchtung für eine Spielerei, welche weder dem Unternehmer noch dem Publikum Nutzen bringen werde. Davy, der seiner Leistungen in der Chemie und Physik wegen mit dem Baronstitel ausgezeichnet wurde und unter dem Namen Sir Humphry den ersten Rang mit unter den Gelehrten der damaligen Zeit einnimmt, hielt die Idee der Anwendung des Gases zur Beleuchtung von London für so abgeschmackt, daß er die Frage aufwarf, ob man denn beabsichtige, als Gasometer die Paulskirche zu benutzen, worauf Clegg erwiderte, er hoffe den Tag noch zu erleben, wo die Gasometer in der That nicht viel kleiner sein würden.

Techniker Watt und Murdoch, bereitet wurde, brachte es endlich Winzler dahin, für seine „National Light and Heat Company“, welche sich unter dem Namen „Chartered Gas-Company“ neu constituirt hatte, ein Privilegium zu erlangen. Ohne Zweifel würde jedoch diese Gesellschaft, an deren Spitze Winzler, Hargraves und Accum (derselbe, welcher das Aërated Bread, welches neuerdings wieder in England aufgetaucht ist, an die Stelle des mit Hefe oder Sauerteig bereiteten Brot einzuführen suchte; dann durch sein Buch „Death in the Pot“ (der Tod in dem Kochtopf), in welchem er die Verfälschung der Nahrungsmittel beschreibt, und endlich durch sein Werk über die Gasbeleuchtung, sich einen geachteten Namen in den Annalen der Industrie verschafft hat) standen, das Loos ihrer Vorgängerin getheilt haben, wenn sie nicht im Jahre 1813 in Clegg den Techniker gefunden hätte, der bereits durch die Einführung der Gasbeleuchtung in Stonyhurst-Colleg in Lancashire (1808), so wie durch eine 1812 in der Buchhandlung von Ackermann auf dem Strand in London eingerichtete Gasbeleuchtung bekannt, mit großem Erfolg an der Vervollkommnung der Gasbeleuchtung arbeitete und ihr durch die Erfindung der Reinigung des Gases mit Kalkmilch, durch Verbesserung der Gasapparate, so wie durch die Construction der Gasuhr die Bedingungen des geschäft- und fabrikmäßigen Betriebes der Gaserzeugung schuf. Am 31. December 1813 wurde die Westminster-Bridge mit Gas beleuchtet, die Anzünder waren aber dergestalt gegen das neue Beleuchtungssystem eingenommen, daß sie die Arbeit verweigerten und Clegg genöthigt war, längere Zeit allabendlich die Lampen selbst anzuzünden. Am 1. April 1814 wurde die Gasbeleuchtung im Kirchspiel St. Margareth in Westminster eingeführt, und von diesem Tag an datirt die Einführung der Straßenbeleuchtung durch Gas.

In Frankreich brach sich die Gasbeleuchtung nur schwierig Bahn, obgleich bereits im Jahre 1812 der Präfect des Seinedepartements Chabrol die Gasfrage studiren und einen Apparat construiren ließ, welcher seitdem zur Beleuchtung des Hospital St. Louis gedient hat. Die erste Erlaubniß, die Straßenbeleuchtung durch Gas auch in Paris einzuführen, erhielt wieder der unermüdliche Winzler, durch ein Brevet d'importation (Einführungspatent) vom 15. Septbr. 1815. Aber auch in Frankreich gab es Schwierigkeiten der ernstesten Art zu besiegen, namentlich große Vorurtheile bei dem Gouvernement und den gelehrten Corporationen; man behauptete, daß die Kohlen des Continents zur Gasbereitung völlig untauglich seien, andererseits hob man den immensen Schaden hervor, welchen der Ackerbau Frankreichs durch den Ruin der Cultur der Oelfrucht erleiden würde. Um die Aufmerksamkeit des großen Haufens auf sein Unternehmen zu lenken

und die öffentliche Meinung für sich zu gewinnen, errichtete Winzler einen Probeapparat in dem Passage des Panorames in Paris, wo er im Jahre 1816 einen großen Saal mit Gas beleuchtete und das Publikum zur Besichtigung der neuen Beleuchtungsart aufforderte. Man verlangte jedoch vollwichtigere Beweise, weshalb Winzler im Januar 1817 dazu sich entschloß, den ganzen Passage des Panorames mit Gas zu beleuchten, wodurch alle Vorurtheile verscheucht wurden. Es bildete sich eine Gesellschaft mit einem Kapital von 1,200,000 Frcs. und in kurzer Zeit waren das Palais royal, das Palais de Luxembourg und das benachbarte Odeon mit Gas beleuchtet. Die Gesellschaft machte jedoch bald bankerott und trat ihr Inventar an Pauwels ab, welcher an die Spitze eines neuen Actienunternehmens trat, das aber nicht besser als das erste reüssirte. Da legte sich der König ins Mittel; nicht als ob er die Vortheile der neuen Beleuchtungsart erfaßt hätte, nein, die Gasbeleuchtung sollte politischen Zwecken dienen. Ludwig XVIII. fühlte, wie zerbrechlich sein von Fremden errichteter Thron war. Er kannte die Ideen, welche die französische Nation noch erfüllten und war daher darauf bedacht, den unruhigen Geist der Pariser von der Politik ab- und gemeinnützigen Unternehmungen zuzuwenden. Dazu glaubte er die Gasbeleuchtung benutzen zu können. Da aber die Gesellschaft in völliger Auflösung begriffen war, so blieb dem König nichts übrig, als die Sache selbst in die Hand zu nehmen, d. h. für's Erste die nöthigen Gelder aus der Civilliste vorzustrecken, damit der Betrieb nicht ins Stocken gerieth. Da es an tüchtigen Technikern gebrach und Schwierigkeiten aller Art sich dem Unternehmen entgegenstellten, so war es nur naturgemäß, daß die Sache abermals scheiterte. Der König, der seinen Thron nun befestigt glaubte, zog überdies seine Hand zurück. Die Technik der neuen Beleuchtungsart war aber bereits so weit entwickelt und die pecuniären Vortheile der fabrikmäßigen Gasbereitung so in die Augen springend, daß die Sache nicht ganz ins Stocken gerieth. Fast zu gleicher Zeit entstanden in Paris zwei große Gasfabriken, die eine unter Pauwels Leitung als Compagnie française, die zweite, als Compagnie anglaise, unter der Direction von Manby und Wilson.

Was die Entwickelung der Gasbeleuchtung in Deutschland betrifft, so sind die ersten Anfänge, wenn wir von Bechers Thermoofen absehen, jedenfalls in der Thermolampe zu suchen, welche Winzler in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts in verschiedenen Städten Deutschlands producirte, ehe er nach England ging [1]). Die Thermolampe gerieth in

---

[1]) Er fand, wie es scheint, Nachahmer, so hat z. B. der Flaschner Rittmüller

Oesterreich nicht so bald in Vergessenheit, denn wie v. Keeß berichtet, wurde im Jahre 1812 unter der Leitung des Professors Jasnüger in der Theresianischen Ritterakademie zu Wien, ein großer Saal versuchsweise mittelst der Thermolampe beleuchtet und öffentlich gezeigt. Das Kohlengas tritt zuerst im Jahre 1816 auf, in welchem Jahre der Apotheker Moser in Wien seine Apotheke und einige Zimmer mit Gas beleuchtete. Von öffentlichen Anstalten ist das polytechnische Institut in Wien zu nennen, welches 1815 schon die Gasbeleuchtung bereits im Kleinen versuchte, dann aber so weit ausdehnte, daß im Winter 1816—17 durch J. J. Prechtl's Bemühungen das ganze Institutsgebäude mit seinen Hörsälen, Werkstätten, Gängen und dem Hofe vollständig mit Steinkohlengas beleuchtet war. Im Königreich Sachsen hatte die Gasbeleuchtung durch W. A. Lampadius in Freiberg, der sich außerdem durch die deutsche Bearbeitung von Accum's Werk über Gasbereitung verdient gemacht hat, einen warmen Vertreter gefunden; bereits im Jahre 1816 wurde von ihm ein Gasbeleuchtungsapparat auf dem Amalgamirwerke bei Freiberg angelegt. Während Prechtl und Lampadius sich mehr der wissenschaftlichen Seite der Gasfrage zuwendeten, suchten Blochmann in Dresden und Schiele in Frankfurt a/M. die praktische Einführung der Gasbeleuchtung in Deutschland anzubahnen. Mittlerweile blieb jedoch auch in Deutschland die ausländische Speculation nicht unthätig, so wurde durch die englische Continental-Gas-Association im Jahre 1826 in Hannover und Berlin die Gasbeleuchtung eingeführt. Nach dem Vorgange der größeren Städte machte von nun an die Gasbeleuchtung in Städten rasche Fortschritte, da die Verbesserungen in der Gastechnik, namentlich die von Pettenkofer erfundene Leuchtgasfabrikation aus Holz, die Fabrikationsmittel vereinfacht und die Kosten ermäßigt haben und die Einführung dieser Beleuchtungsart selbst in kleinen Städten gestatten.

---

am 9. September 1803 zu Schwäbisch Hall in Württemberg eine Thermolampe producirt (vergl. meinen Jahresbericht 1855 p. 433).

I. Kohlengas.

§. 112.

Die Materialien der Kohlengasfabrikation.

Das hauptsächlichste Material der Gasfabrikation ist die Steinkohle (vergl. Bd. I p. 683). Nicht immer ist es leicht zu entscheiden, ob einer fossilen Kohle der Name Steinkohle zukomme. So erzählt John Percy[1]) in seiner Metallurgie, daß im Jahre 1853 in Edinburg ein interessanter Proceß aufgetaucht sei, dessen Entscheidung von der Frage abgehangen, „was ist Steinkohle?" Ein Grundeigenthümer in Schottland hatte seine Kohlenfelder „mit aller Kohle"[2]) verpachtet. Der Pächter stieß im Laufe der Zeit beim Abbau auf ein Mineral, welches er mit großem Nutzen als Gaskohle verwerthete. Der Eigner bestritt dem Pächter das Recht das Mineral zu fördern, indem er dasselbe nicht für Steinkohle, sondern für ein neues brennbares Fossil ansah. Als Experte fungirten Gastechniker, Steinkohlenhändler, Geologen, Botaniker und Chemiker; nach einigen war das Corpus delicti Steinkohle, nach Andern bituminöser Schiefer. Eine Einigung war erst dann zu erzielen, als man die wissenschaftliche Auffassung der Frage außer Spiel ließ und einfach den Begriff Kohle nach dem herrschenden Sprachgebrauch als maßgebend betrachtete. Das Verdict der Jury erklärte das Mineral für Steinkohle und entschied somit den Proceß zu Gunsten des Pächters.

Im Jahre 1857 wurde ein ähnlicher Proceß in Deutschland verhandelt, es galt einfach zu entscheiden, ob eine Kohlengascompagnie (ausschließlich auf die Anwendung von Steinkohlen als Gasmaterial privilegirt) einer andern Gesellschaft, welche Leuchtgas aus dem schottischen Mineral, das seitdem unter dem Namen Bogheadkohle bekannt ist, zu bereiten beabsichtigte, das Recht der Gasbereitung bestreiten könne. Göppert[3]) (in Breslau), aufgefordert, ein Gutachten über die fragliche Angelegenheit abzugeben, hat sich dahin ausgesprochen, daß das schottische Mineral keine wahre Steinkohle oder Cannelkohle sei, sondern nur als bituminöser Schiefer bezeichnet werden könne. Diese Ansicht hat sich in Deutschland allgemein Bahn gebrochen.

---

[1]) John Percy, Metallurgy, London 1861; Vol. I p. 78.

[2]) „The owner had granted a lease of the *whole coal* contained in it."

[3]) Vergl. meinen Jahresbericht 1857 p. 499.

Man hat demnach, wenn man von dem Rohmaterial der Kohlengasbereitung spricht, zu unterscheiden zwischen Steinkohle und Bogheadkohle[1]).

Was nun zunächst die eigentlichen Steinkohlen betrifft, so eignen sich nach der Meinung der Gastechniker die Backkohlen (vgl. Bd. I. p. 682), welche bei der Destillation etwas aufblähen und die Koks in Form einer zu größeren Stücken vereinigten Masse hinterlassen, vorzugsweise zur Gasbereitung. Obgleich nun die chemische Untersuchung gezeigt hat, daß die Backkohlen im Allgemeinen sich durch einen großen Gehalt an Wasserstoff auszeichnen, von welchem die Gasausbeute abhängt, so giebt es doch auch Kohlen mit geringem Wasserstoffgehalt, die ungeachtet dessen beim Erhitzen zu einer gleichförmigen Masse zusammenbacken.

Im Allgemeinen zieht man die Backkohlen zur Gasbereitung vor, doch werden in Deutschland nicht selten Sinterkohlen, welche in der Hitze nicht anschwellen und nur äußerlich zusammensintern, zur Gasbereitung verwendet. Da aber, ökonomisch betrachtet, manche Kohlengasfabriken nur Verkokungsanstalten sind, welche mehr durch den Verkauf von Koks bestehen und das Gas eigentlich als Nebenproduct erhalten, so ist bei der Wahl der Kohlen nicht nur darauf zu sehen, daß sie Gas in reichlicher Menge und von großer Leuchtkraft produciren, sondern auch, daß sie zusammenhängende Koks geben.

Die vorzüglichsten Gaskohlen in Deutschland liefern die Kohlengruben Westphalens (50 Kilogr. = 1 Zollcentner Kohlen geben im Durchschnitt gegen 14 Cubikmeter oder 500 engl. Cubikfuß Gas und 35 Kilogr. oder gegen 150 Volumenprocente Koks). Auch gewisse Kohlen des Saar-Bassins geben 480 Cubikfuß (engl.) oder 13 Cubikmeter Gas und 30 Kilogr. Koks. Zwickauer Pechkohle gab O. L. Erdmann 448 bis 523 Cubikfuß Gas und 28 bei 30 Kilogr. Koks. Die Kohlen dagegen aus dem Bassin des Plauenschen Grundes bei Dresden (Burg, Zaukerode) geben nur 320 bis 330 Cubikfuß Gas, dagegen 32 bis 35 Kilogr. oder 125 Volumenprocente Koks. In Bayern giebt die Stockheimer Kohle (aus den v. Swaine'schen Kohlenwerken bei Kronach in Oberfranken) gegen 400 Cubikf. Gas. Die Kohlen des oberschlesischen Bassins geben nicht viel über 350 Cubikfuß Gas.

Die englischen Kohlen, namentlich die Backkohlen des Beckens von Newcastle werden im nördlichen Deutschland vielfach zur Gasbereitung ver-

---

[1]) Die Steinkohlen geben bei der trocknen Destillation Benzol und Naphtalin, die Schieferkohle Photogen und Paraffin.

wendet. Sie geben durchschnittlich 500 Cubikfuß (engl.) Gas und mehr als 70 Gewichtsprocente Koks [1]).

Die **Boghead-Kohle** (Torbanehill-Kohle oder *Boghead-Parrot-Cannel-coal*), von welcher bei Gelegenheit der Paraffin- und Solarölindustrie weiter die Rede sein wird, dient in Deutschland hier und da als Material der Gasbereitung und giebt 700 bis 780 Cubikfuß (engl.) oder 18,25 bis 20,75 Cubikmeter Gas. Die zurückbleibenden Koks, wenn man die Rückstände noch mit diesem Namen belegen will, haben jedoch als Brennmaterial nur einen äußerst geringen Werth [2]).

---

[1]) Der Kohlenverbrauch der deutschen Gasanstalten ist (nach dem Journal für Gasbeleuchtung 1862 p. 305) gegenwärtig etwa folgender:

an englischen Kohlen	zu	46	Proc.
„ westphälischen „	„	18	„
„ mährischen „	„	11,5	„
„ Zwickauer „	„	7,5	„
„ Saar-Kohlen	„	7	„
„ schlesischen „	„	5	„
„ Dresdner „	„	2,25	„
„ böhmischen „	„	2	„
„ oberfränkischen „	„	0,75	„
„ Osnabrücker Kohlen „	„		
„ böhm. Braunkohlen „	„		
		100,00	Proc.

[2]) 1 Cubikmeter = 35,31 englische und russische Cubikfuß
40,22 bayerische „
32,34 rheinische „
40,12 hannoversche „
44,03 sächsische „
42,52 württembergische „
37,03 schweiz. u. badische „
31,65 Wiener „

1000 Cubikfuß englisch = 283 Cubikmeter
= 1138 bayerische Cubikfuß
915 rheinische „
1136 hannoversche „
1246 sächsische „
1204 württemberg. „
1048 schweiz. u. bad. „
896 Wiener „

§. 113.

Die Producte der Gasbereitung.

Werden die Steinkohlen zum Zwecke der Gasbereitung der trocknen Destillation unterworfen, so tritt bei weitem der größte Theil des Wasserstoffs, Sauerstoffs und Stickstoffs nebst einem Theile des Kohlenstoffs der Kohle aus und vereinigt sich zu neuen und flüchtigen Verbindungen meist anorganischer Natur, während ein Theil des Kohlenstoffs neben kleinen Mengen Wasserstoff und Sauerstoff und den unverbrennlichen Mineral- oder Aschebestandtheilen der Kohle in Gestalt von Koks zurückbleibt. Die Producte der trockenen Destillation der Steinkohlen sind demnach nicht flüchtige wie die Koks, und flüchtige, welch letztere wiederum als gasige, flüssige und feste Producte zu unterscheiden sind.

Zu den gasigen Producten gehören:

1) das Acetylengas C_4H_2 (isomer mit dem Benzol) kommt im Leuchtgase nur in kleiner Menge vor und macht nach Berthelot nur einige Zehntausendstel davon aus; der eigenthümliche Geruch des Leuchtgases rührt zum Theil vom Acetylen her, auch trägt es zur Leuchtkraft der Flamme bei;

2) das Methylwasserstoffgas (leichtes Kohlenwasserstoffgas, Sumpfgas, Grubengas) C_2H_4 hat 0,553 spec. Gewicht und verbrennt mit sehr wenig leuchtender Flamme;

3) das Elaylgas (schweres Kohlenwasserstoffgas, ölbildendes Gas), C_4H_4 hat 0,98 spec. Gewicht und verbrennt mit ziemlich weißer hellleuchtender Flamme. Mit dem Elaylgas polymer sind

4) das Trityl oder Propylen C_6H_6 von 1,49 spec. Gew. und

5) das Ditetryl oder Butylen C_8H_8, unter 0° eine farblose Flüssigkeit, über 0° gasförmig. Dampfdichte 1,94.

Höchst wahrscheinlich sind auch die höheren homologen Glieder $C_{10}H_{10}$ und $C_{12}H_{12}$ in dem Leuchtgase enthalten.

6) freies Wasserstoffgas von 0,069 spec. Gewichte;

7) das Kohlenoxydgas C_2O_2 von 0,967 spec. Gew. und mit bläulicher Flamme brennend;

8) die Kohlensäure C_2O_4 von 1,52 spec. Gewichte, brennt nicht;

9) das Schwefelwasserstoffgas SH von 1,17 spec. Gewicht und mit bläulicher Flamme verbrennend;

10) das Ammoniakgas NH_3 von 0,59 spec Gewicht und

11) das Cyangas C_2N von 1,81 spec. Gewicht. Letztere beiden Gase

treten bei der trocknen Destillation der Steinkohlen als Cyanammon, Schwefelammon, Schwefelcyanammon und Chlorammonium auf;

9) das Stickstoffgas N findet sich nur in geringer Menge unter den gasigen Producten der trocknen Destillation der Steinkohlen, dasselbe gilt auch 10) von der schwefligen Säure SO_2 und 11) von der Salzsäure ClH.

Von den flüssigen Producten der Erhitzung der Steinkohlen in geschlossenen Gefäßen sind anzuführen:

1) das Wasser — Gaswasser —, welches nie rein ist, sondern Ammoniaksalze und Cyanverbindungen gelöst enthält;

2) der Theer, die bekannte dickliche Flüssigkeit von eigenthümlichem Geruche, die im Wesentlichen eine Auflösung der festen Producte der trockenen Destillation in den öligen Producten u. dgl. ist, wozu noch gewisse basische Verbindungen wie das Anilin kommen; von den flüssigen Bestandtheilen des Theeres sind namhaft zu machen

3) das Benzol (Benzin) $C_{12}H_6$ von 0,85 spec. Gewichte und bei 80° siedend, ferner die mit dem Benzol homologen flüssigen Kohlenwasserstoffe Toluol $C_{14}H_8$, Siedepunkt 109°, Dampfdichte 3,19; Xylol $C_{16}H_{10}$, Cumol $C_{18}H_{12}$ und Cymol $C_{20}H_{14}$. Diese Kohlenwasserstoffe finden sich zum Theil in dem leichten Theeröl.

4) die Carbolsäure (Phenylsäure) $C_{12}H_6O_2$, eine bei 188° siedende Flüssigkeit, findet sich im schweren Steinöl (vgl. Bd IV p. 422);

5) das Anilin $C_{12}H_7N$ (vgl. IV p. 422), welches den Ausgangspunkt zur Darstellung der Anilinfarben bildet [1].

Außer den vorstehend genannten Körpern sind im Theer, so wie im Kohlengas noch nachgewiesen worden die flüssigen Kohlenwasserstoffe

6) Propyl	C_6H_7,	Siedepunkt	68°,	spec. Gew. 0,67
7) Butyl	C_8H_9,	„	119°,	„ „ 0,69
8) Amyl	$C_{10}H_{11}$,	„	159°,	„ „ 0,73
9) Caproyl	$C_{12}H_{13}$,	„	202°,	„ „ 0,75

Zu den flüssigen Producten ist endlich noch zu rechnen

10) der Schwefelkohlenstoff C_2S_4. Nach A. Vogel (1855) weist man den Schwefelkohlenstoff im Leuchtgase auf die Weise nach, daß

[1] G. Thenius hat (1861) die Basen im Steinkohlentheer näher untersucht und darin außer dem Anilin und den schon bekannten Pyridin, Picolin, Lutidin, Collidin, Parvolin, Chinolin, Lepidin, Cryptidin, drei neue Basen gefunden, welche er Coridin, Rubidin und Viridin nennt. Vergl. meinen Jahresbericht 1861 p. 699.

man das Gas durch eine alkoholische Kalilösung streichen läßt, wobei sich der Schwefelkohlenstoff durch Bildung von xanthogensaurem Kali verräth, das an dem zeisiggrünen Niederschlag, den es mit Kupfersalzen giebt, erkannt werden kann. Hoffmann (in London) giebt noch ein schärferes Mittel an, den Schwefelkohlenstoff aufzufinden. Letzterer bildet nämlich mit Triäthylphosphin [1]) eine prachtvolle in rubinrothen Prismen krystallisirende Verbindung. Löst man fünf Tropfen Triäthylphosphin in Aether und leitet durch die Lösung Kohlengas, so färbt sich der Aether roth, und später, wenn der letztere verdunstet ist, findet man das Glas mit einem Netzwerke der rubinrothen Krystalle ausgekleidet [2]). Nach Herzog (1860) prüft man auf Schwefelkohlenstoff, indem man das Gas durch eine ammoniakalische Lösung von Bleizucker in Alkohol leitet. Ist Schwefelkohlenstoff vorhanden, so entsteht alsbald ein gelbrother Niederschlag. Er glaubt, daß dieser Niederschlag aus Kohlensulfidblei oder sulfocarbaminsaurem Schwefelblei bestehe. F. Storer bezweifelt, daß die Gegenwart des Schwefelkohlenstoffs in dem Leuchtgase bis jetzt auf genügende Weise dargethan worden sei, obgleich die Möglichkeit des Vorkommens zugegeben werden muß [3]).

---

[1]) Vergl. Journ. für pract. Chemie LXXVII p. 192. Unter diesen Basen, welche das Anilin in dem Steinkohlentheer begleiten, scheint vorzugsweise das Lepidin $C_{20}H_9N$ (bei 260° siedend) industrielle Bedeutung erlangen zu wollen, insofern es (vielleicht neben dem Chinolin und Cryptidin, welche auch wie das Lepidin bei der Destillation von Cinchonin und anderen Basen mit Kalkhydrat sich bilden) den Ausgangspunkt zur Darstellung des Cyanins oder Lepidinblaues (als Nachtrag zu Bd. IV p. 424) ausmacht. Behufs der Bereitung des letzteren behandelt man Lepidin mit Amyljodür, wobei sich Amyllebipidinjodür bildet:

$$\left.\begin{array}{r}\text{Lepidin } C_{20}H_9N\\ \text{Amyljodür } C_{10}H_{11}J\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}\text{Amyllepidinjodür}\\ C_{30}H_{20}NJ\end{array}\right.$$

Das Amyllepidinjodür wird hierauf mit Kalilauge erhitzt, wobei es in das Jodür einer neuen Base, Cyanin, und in Jodkalium übergeht:

$$\left.\begin{array}{r}\text{Amyllepidinjodür}\\ C_{30}H_{20}NJ\\ \text{Kali HO, HO}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}\text{Cyanin } C_{60}H_{39}NJ\\ \text{Jodkalium KJ}\\ \text{Wasser 2 HO.}\end{array}\right.$$

[2]) Nach Hoffmann (1860) lieferte englisches Kohlengas, welches frei von Schwefelwasserstoff war, beim Verbrennen schweflige Säure, welche auf 100 Kubikmeter Gas 21—24 Grm. Schwefel entsprach. Er schreibt die schweflige Säure dem Schwefelkohlenstoffe im Gase zu.

[3]) Nach Bowditch (1861) sind es schwefelhaltige Kohlenwasserstoffe, namentlich geschwefeltes Naphtalin, und nicht Schwefelkohlenstoff, welche die Ursache der Bildung von schwefliger Säure beim Verbrennen von Kohlengas sind, welches vom Schwefelwasserstoff befreit wurde.

Die festen Bestandtheile der flüchtigen Producte der trocknen Destillation der Steinkohlen sind:

1) das Naphtalin $C_{20}H_8$ (vergl. Bd. IV p. 424), schmilzt bei 79° und siedet bei 220°;

2) das Paranaphtalin[1]) oder Anthracen $C_{30}H_{12}$, bei 180° schmelzend und bei 300° siedend;

3) das Chrysen $C_{12}H_4$, eine in einigen Kohlentheeren gefundene Substanz, welche goldgelbe Krystallblättchen bildet und bei 232° siedet. Neben dem Chrysen ist endlich auch das mit dem Anthracen isomere Pyren, bei 175° schmelzend, gefunden worden.

Unter den festen Producten der trocknen Destillation von Boghead-kohle, bituminösen Schiefern u. dgl. findet sich auch 4) das Paraffin.

Wie aus dem Vorstehenden sich ergiebt, bilden sich bei der trocknen Destillation der Steinkohle zahlreiche Verbindungen, über deren Natur und deren Mengenverhältniß noch nicht viel bekannt ist. So viel weiß man jedoch mit Sicherheit, daß nur die Kohlenwasserstoffe, sowol die gasigen wie zum Theil auch die flüssigen in Dampfform, die leuchtenden Bestandtheile des Leuchtgases bilden. Es ist daher behufs der Fabrikation des Leuchtgases erforderlich, viele der Producte der trocknen Destillation der Kohle möglichst vollständig abzuscheiden. Dies gilt von der Kohlensäure, dem Schwefelwasserstoff, der schwefligen Säure, dem Ammoniak, dem Cyan, dem Wasser, den Ammoniaksalzen und dem Theer. Diese Abscheidung geschieht theils durch die Abkühlung der Producte der Destillation und die damit verknüpfte Verdichtung der flüssigen Bestandtheile, theils auch durch die Reinigung des Gases.

§. 114.

Die Bestandtheile des Leuchtgases.

Als Bestandtheile des gereinigten Leuchtgases bleiben mithin alle diejenigen übrig, die im Condensationsapparat nicht verdichtet und durch den Reinigungsapparat nicht entzogen wurden.

Diese Bestandtheile lassen sich in drei Abtheilungen bringen, nämlich in

1) leuchtende Bestandtheile: Elaylgas und die damit polymeren

---

[1]) Nach Anderson (Annalen der Chem. u. Pharm. CXXII p. 294 und Zeitschrift für Chemie u. Pharm. 1862 p. 459) kommt dem Paranaphtalin die Formel $C_{28}H_{10}$ zu.

Trityl, Ditetryl; ferner Dämpfe flüssiger und fester Kohlenwasserstoffe, zu den ersteren gehören Benzol (und die Homologen Toluol, Xylol, Cumol und Cymol), das neuerdings von Berthelot entdeckte mit dem Benzol isomere Acetylen, und kleine Mengen von Propyl (Butyl, Amyl, Caproyl), zu den letzteren sind zu rechnen die dem Gas beigemengten Naphtalindämpfe;

2) verdünnende Bestandtheile: Wasserstoffgas, Methylwasserstoff oder Grubengas und Kohlenoxydgas;

3) verunreinigende Bestandtheile: Stickstoffgas und Schwefelverbindungen, welche durch den gewöhnlichen Reinigungsapparat nicht entzogen werden können. Letztere sind Schwefelkohlenstoff (?) und geschwefelte Kohlenwasserstoffe (nach Bowditch vorzugsweise geschwefeltes Naphtalin).

Die zweite Abtheilung, obgleich ohne directen Einfluß auf die Leuchtkraft des Gases, ist als Verdünnungsmittel der ersten Abtheilung unentbehrlich, weil die in dieselbe gehörenden Gase und Dämpfe zum großen Theil ohne solche Verdünnung mit Ruß und Rauch brennen und so an Leuchtkraft einbüßen. Es kommt daher sehr auf ein möglichst richtiges Mischen von beiderlei Gasen an, wenn man darnach strebt, das zweckmäßigste Leuchtgas zu erhalten. Durch Versuche hat man ermittelt, daß die verdünnenden Bestandtheile so viel als möglich in Wasserstoff und so wenig als möglich in Kohlenoxyd und Grubengas bestehen müssen. Hinsichtlich der leuchtenden Bestandtheile hat Rud. Pitschke[1]) gefunden, daß das Kohlengas der englischen Gesellschaft in Berlin seine Leuchtkraft dem Benzol, wobei eine Mitwirkung des Naphtalins und anderer Kohlenwasserstoffe nicht auszuschließen ist, verdankt, das Elaylgas jedoch nicht von der Bedeutung bei der Leuchtfähigkeit des Gases ist, als bis jetzt allgemein angenommen wurde.

Als Beispiele der Zusammensetzung des gereinigten Kohlengases seien folgende Analysen angeführt:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Wasserstoff	39,30	41,04	44,00	41,37	51,29	50,08
Methylwasserstoff	40,56	40,71	38,40	38,30	36,45	35,92
Kohlenoxyd	4,95	7,64	5,73	5,56	4,45	5,02
Elayl	4,04	5,10	4,13	5,00	4,91	5,33
Ditetryl	3,15	2,18	3,14	4,34		

[1]) Rud. Pitschke (1856), Journ. f. pract. Chem. LXVII p. 415—418.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Stickstoff	8,00	2,75	4,23	5,43	1,41	1,89
Sauerstoff	—	—	—	—	0,41	0,54
Kohlensäure	—	—	0,37	—	1,08	1,22

I, II, III und IV Kohlengas von Heidelberg, von Landolt 1859 zu verschiedenen Zeiten analysirt, V u. VI Kohlengas von Chemnitz, analysirt 1860 von G. Wunder.

Von dem Begriff Kohlengas läßt sich nach dem heutigen Standpunkte der Gastechnologie nachstehende Definition geben: Es ist ein quantitativ wechselndes Gemenge von leuchtenden Gasen (Elayl) und Dämpfen (Benzol und Naphtalin) mit nichtleuchtenden Gasen (Wasserstoff, Methylwasserstoff, Kohlenoxyd), welches mit geringen Mengen von Stickstoff und geschwefelten Verbindungen verunreinigt ist. Ein nicht leuchtendes, aber brennbares Gas wird sofort leuchtend, wenn man in demselben kleine Mengen von Benzol oder Naphtalin [1]) löst oder ihm 8—10 Proc. leuchtender Kohlenwasserstoffgase beimengt; die in dem Gase gelösten Dämpfe bleiben selbst nach dem Erkalten in dem Gase gelöst [2]).

§. 115.

Schematische Darstellung der Producte der Destillation der Steinkohle.

Die Zusammensetzung der Steinkohle, deren man sich zur Gasbereitung bedient, läßt sich in 100 Theilen auf folgende Weise ausdrücken:

Kohlenstoff	78,8	100 Theile Steinkohle geben	Koks	70—75
Wasserstoff	4,0			
Stickstoff, Schwefel als FeS_2, Chlor [3])	0,8		Leuchtgas, Theer, Ammoniakwasser	30—25
Chemisch gebundenes Wasser	7,2			
Hygroskopisches Wasser	5,0			
Asche	5,0			
	100,0			100,0

Die Bestandtheile der vier Producte der Kohlendestillation 1) der Koks,

---

[1]) Bowditch behauptet (1861) gefunden zu haben, daß Naphtalin nicht zur Erhöhung der Leuchtkraft des Gases beitrage, wie gewöhnlich angenommen wird, indem weder Leuchtgas noch Wasserstoffgas durch Leiten über Naphtalin an Leuchtkraft gewann.

[2]) Bei starker Kälte krystallisiren dagegen Benzol und Naphtalin aus dem Gase heraus und geben dadurch nicht selten zur Verstopfung der Gasleitungsröhren Veranlassung.

[3]) Leadbetter bestimmte 1860 die Menge des Chlors in den Steinkohlen und fand darin in 100 Theilen 0,009 bis 0,017 Theile.

2) des Ammoniakwassers, 3) des Theers und 4) des Leuchtgases sind folgende:

I. Die Koks.

Kohlenstoff C	90—93
Schwefeleisen Fe_7S_8 Erdige Bestandtheile	10—7
	100—100

II. Das Ammoniakwasser.

- Hauptbestandtheile
  - Ammoniaksesquicarbonat $2NH_4O, 3CO_2 + HO$
  - Schwefelammon $NH_4 S$
- Accessorische Bestandtheile
  - Chlorammon (Salmiak) $NH_4 Cl$
  - Cyanammon $NH_4 C_2N$
  - Schwefelcyanammon $NH_4 C_2NS_2$

III. Der Theer.

- Kohlenwasserstoffe
  - flüssige
    - Benzol $C_{12}H_6$
    - Toluol $C_{14}H_8$
    - Xylol $C_{16}H_{10}$ u. s. w.
    - Propyl C_6H_7
    - Butyl C_8H_9 u. s. w.
  - feste
    - Naphtalin $C_{20}H_8$
    - Anthracen $C_{30}H_{12}$ oder $C_{28}H_{10}$
    - Pyren $C_{20}H_8$
    - Chrysen $C_{12}H_4$
    - Paraffin $C_{40}H_{42}$
- Säuren . . . .
  - Carbolsäure $C_{12}H_6O_2$
  - Rosolsäure[1] $C_{12}H_6O_3$
- Basen
  - Pyridin $C_{10}H_5N$, Chinolin $C_{18}H_7N$, Coridin $C_{20}H_{15}N$
  - Anilin $C_{12}H_7N$, Lepidin $C_{20}H_9N$, Rubidin $C_{22}H_{17}N$
  - Picolin $C_{12}H_8N$, Cryptidin $C_{22}H_{11}N$, Viridin $C_{24}H_{19}N$
  - Lutidin $C_{14}H_9N$
  - Collidin $C_{16}H_{11}N$
  - Parvolin $C_{18}H_{13}N$
- Asphalt bildende Bestandtheile
  - Brandharze
  - Kohle u. dgl.

IV. Das Leuchtgas.

- α) Leuchtende Bestandtheile
  - Gase
    - Acetylen C_4H_2
    - Elayl C_4H_4
    - Trityl C_6H_6
    - Ditetryl C_8H_8
  - Dämpfe
    - Benzol $C_{12}H_6$
    - Naphtalin $C_{20}H_8$
    - Propyl C_6H_7
    - Butyl C_8H_9
- β) Verdünnende Bestandtheile
  - Wasserstoff H
  - Methylwasserstoff C_2H_4
  - Kohlenoxyd C_2O_2
- γ) Verunreinigende Bestandtheile
  - Kohlensäure C_2O_4
  - Ammonial NH_3
  - Cyan C_2N
  - Schwefelwasserstoff SH
  - Geschwefelte Kohlenwasserstoffe, vielleicht auch Schwefelkohlenstoff C_2S_4
  - Stickstoff N

---

[1]) Die Rosolsäure (vergl. Bd. IV p. 428) kommt wohl nur selten im Theer vor und ist vielmehr ein Product der Einwirkung oxydirender Agentien auf Carbolsäure bei Gegenwart von Kalk, Aetznatron u. dgl.

§. 116.

Die Bereitung des Kohlengases.

Die Bereitung des Leuchtgases aus Kohlen (ebenso wie die aus anderen Materialien wie Holz, Harz, Oel u. dgl.) geschieht in drei auf einander folgenden Operationen, diese sind

I. Die Darstellung des rohen Leuchtgases durch Destillation der Steinkohlen in Retorten;

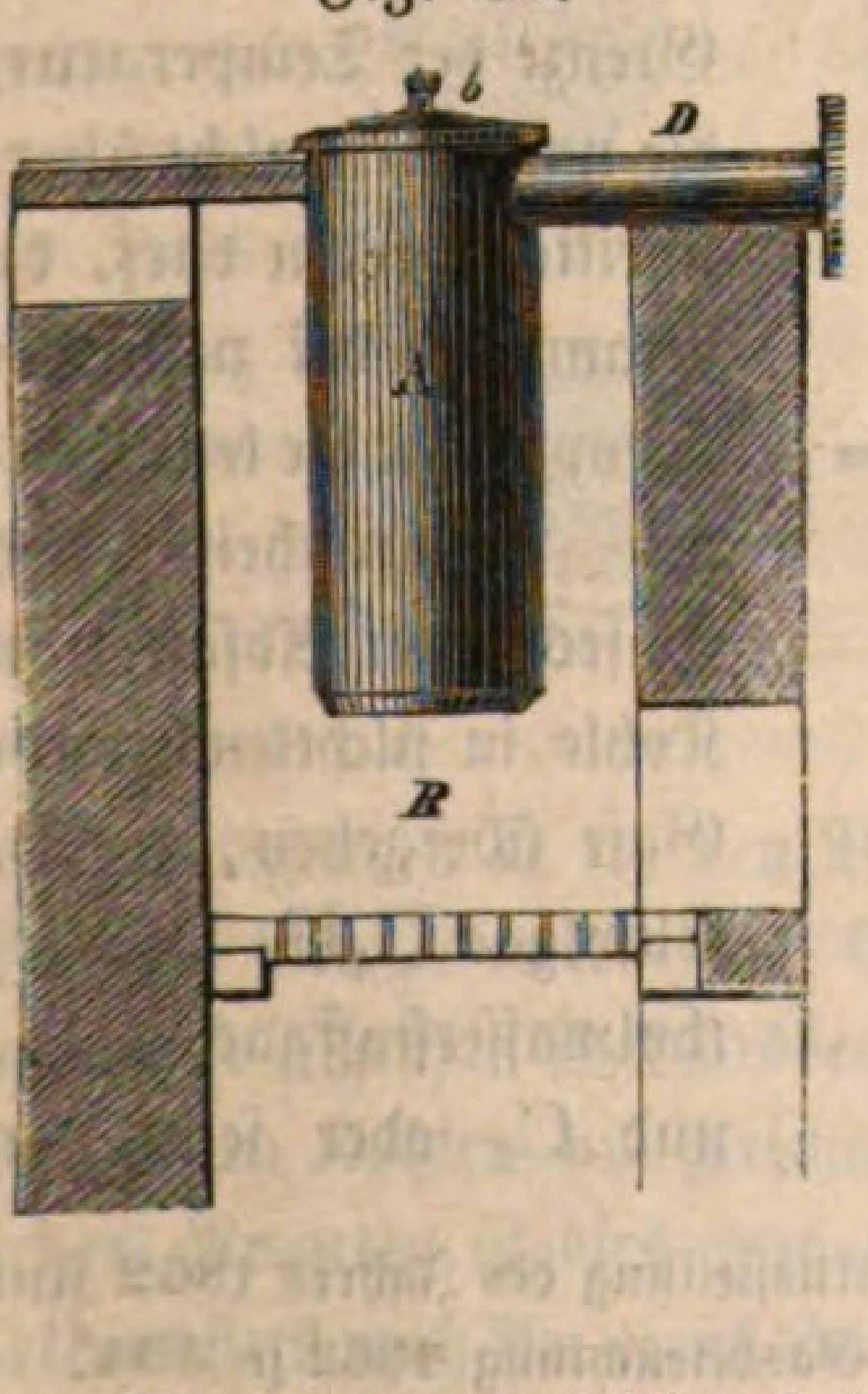
II. Die Verdichtung des größten Theiles der flüssigen Destillationsproducte in besonderen Condensationsapparaten;

III. Die Reinigung der gasigen Producte von allen die Leuchtkraft und andere Eigenschaften des Gases beeinträchtigenden Bestandtheilen.

I. Die Darstellung des rohen Leuchtgases.

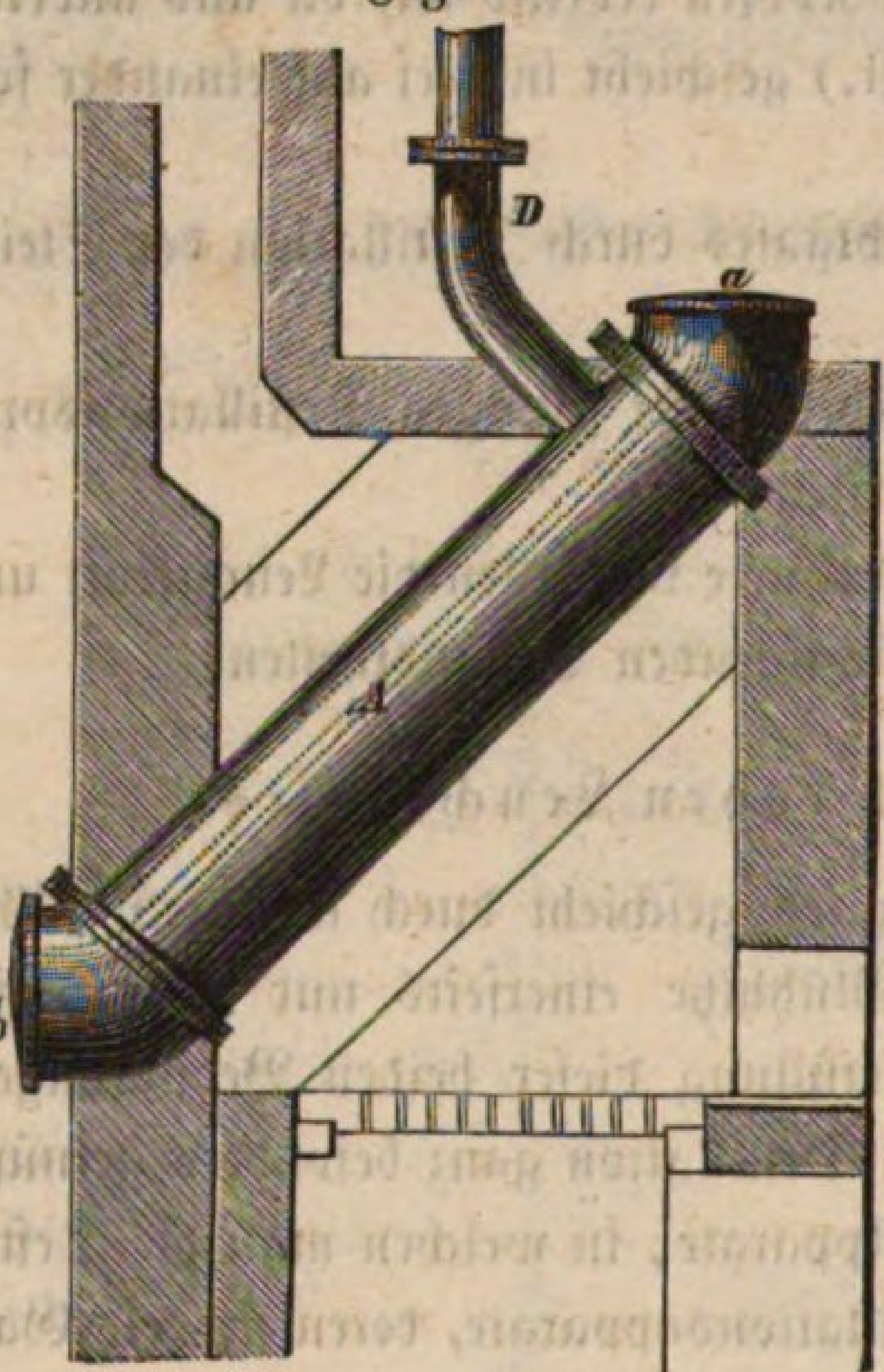
Die Darstellung des rohen Leuchtgases geschieht durch trockne Destillation der Steinkohlen, hierzu gehört Glühhitze einerseits und andererseits möglichster Abschluß der Luft. Die Erfüllung dieser beiden Bedingungen, an welche der Vorgang bei der trocknen Destillation ganz besonders geknüpft ist, führte zur Construction derjenigen Apparate, in welchen man die Destillation der Kohle ausführt. Diese Destillationsapparate, deren sich die Gastechnik zur Gasbereitung bedient, heißen Retorten (cornues, *retorts*). Die Form und die Lage derselben unterlag seit dem Beginn der Gasfabrikation verschiedenen Modificationen. Die erste Gasretorte, welche Murdoch in Soho benutzte, war ein länglicher Tiegel A (Fig. 23) aus Gußeisen, der mit gußeisernem Deckel b und mit einem Seitenrohr D zur Fortleitung der Producte der Destillation versehen war. Er wurde senkrecht in die Feuerung B gehängt. Die Uebelstände dieses Tiegels traten aber bald so grell hervor, daß Murdoch zur cylindrischen Retorte überging und diese, wie Fig. 24 zeigt, unter einem Winkel von 45° gegen die Horizontale geneigt, in die Feuerung legte; die an den beiden Enden aus dem Retortenofen hervorragende Retorte wurde bei a mit Steinkohlen beschickt und bei b von den Koks entleert. Nach vielfachem Experimentiren gab endlich Murdoch der Retorte A die Fig. 25 dargestellte Lage,

Fig. 23.



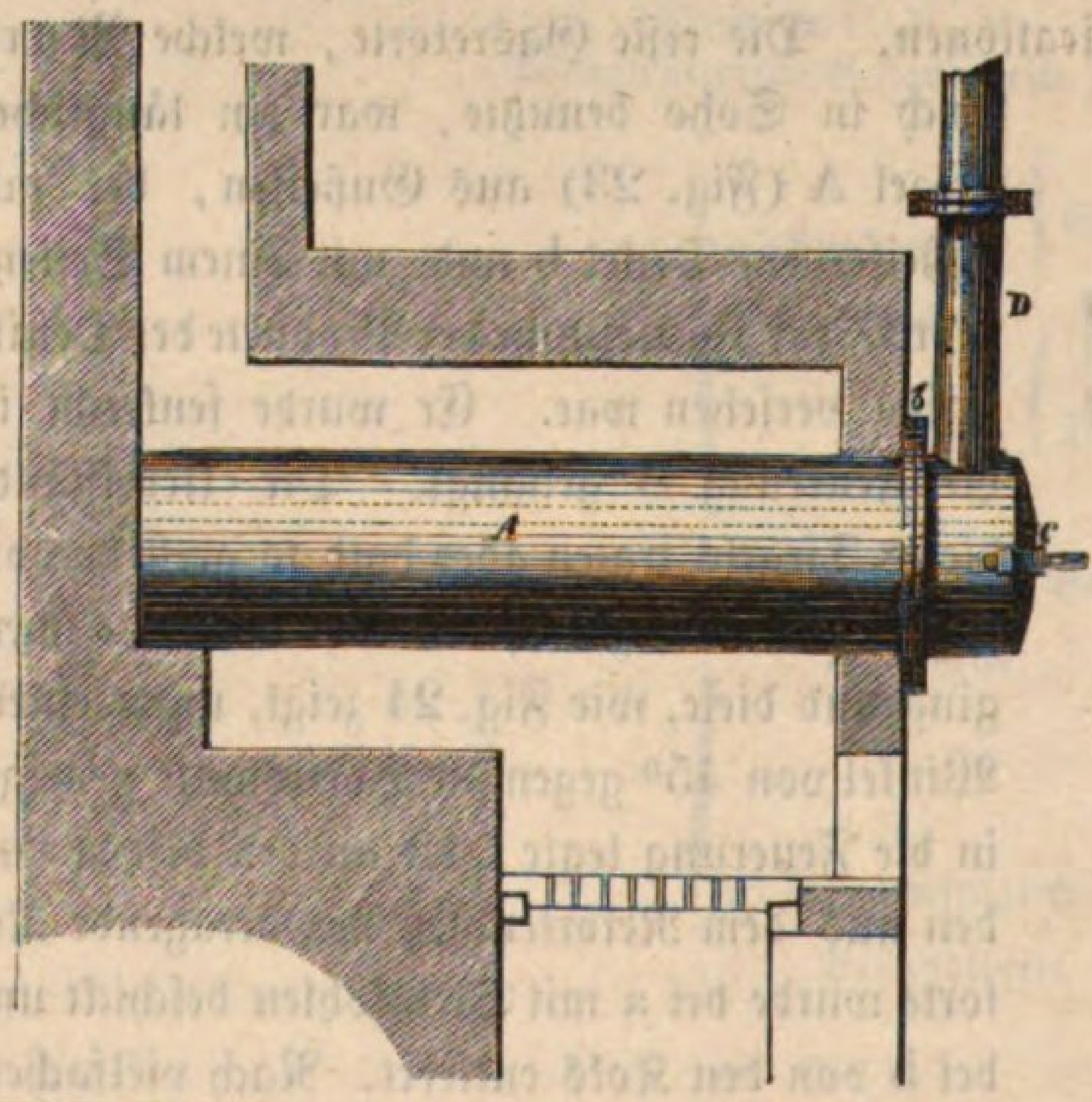
versah sie mit Deckel b, mit Mundstück c und Steigrohr D und gab ihr überhaupt im Wesentlichen die Einrichtung, welche die Retorte heutzutage noch hat.

Fig. 24.



Die ersten Leuchtgasretorten waren, wie bemerkt, Cylinder von Gußeisen. Der Umstand aber, daß sich die eisernen Retorten zu leicht abnutzten, auch kostspielig in der Anschaffung waren, gab die Veranlassung der Einführung der thönernen Retorten[1]). Die Entstehung des Leuchtgases ist zum großen Theile eine Folge eines secundären Zersetzungsprocesses, nämlich eine Umwandelung der im Anfang der Destillation sich bildenden flüssigen Kohlenwasserstoffe in gasförmige. Die Menge der letzteren steht im directen Verhältnisse zu der Temperatur, bei welcher man destillirt; je höher die Temperatur in der Retorte ist, desto vollständiger wandeln sich die flüssigen Kohlenwasserstoffe in gasförmige um. Für die Zwecke der Gasfabrikation giebt es aber eine Grenze der Temperatur, die ungestraft nicht überschritten werden darf, da bekanntlich bei zu hoher Temperatur die leuchtenden Bestandtheile des Gases unter Absatz von Kohle in nichtleuchtende Gase übergehen, z. B. Elaylgas C_4H_4 in Methylwasserstoffgas C_2H_4 und C_2 oder selbst in

Fig. 25.

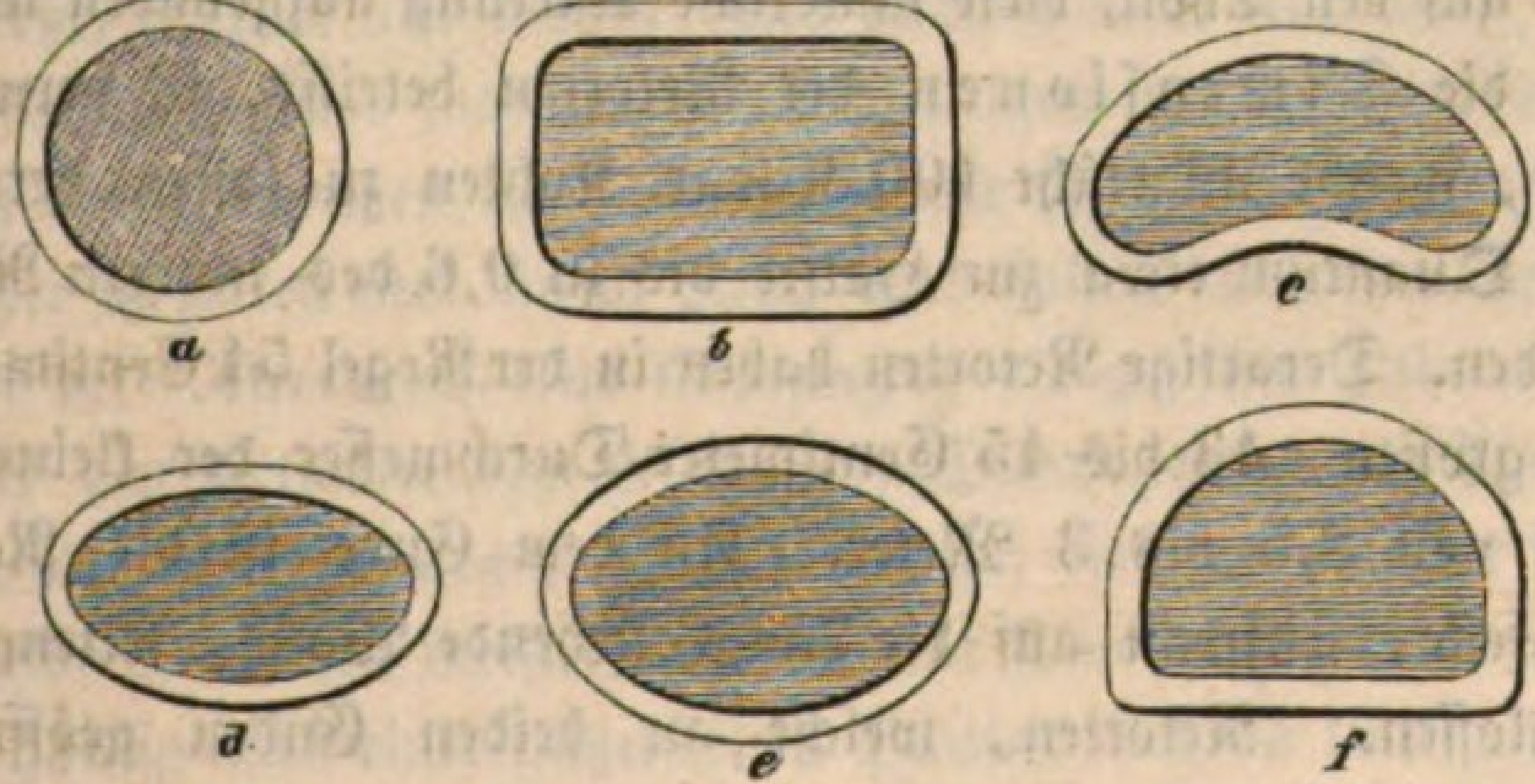


[1]) Notizen über die Thonretorten auf der Londoner Ausstellung des Jahres 1862 sind von Fr. Knapp gegeben worden. Vergl. Journal für Gasbeleuchtung 1862 p. 434.

H_4 und C_4 zerfällt. Um diesen Nachtheilen vorzubeugen hat sich als passendste Destillationshitze die helle Rothglut bei einer Temperatur von 900° ergeben. Durch den Umstand, daß bei der Anwendung gußeiserner Retorten dieser Temperaturgrad zu nahe dem Schmelzpunkt des grauen Gußeisens (1200°) liegt, und einestheils die Retorten darunter an sich, anderntheils durch die schweflige Säure aus dem Heizmaterial (Koks oder Steinkohlen), so wie durch die Einwirkung der Schwefel- und Kohlenstoffverbindungen der Destillationsproducte auf das Eisen zu sehr leiden, wurde man bereits im Jahre 1820 durch Grafton auf die Anwendung der thönernen Retorten geführt.

Die Vorzüge der thönernen Retorten gegenüber den eisernen sind besonders darin zu suchen, daß erstere viel besser eine höhere Destillationstemperatur ertragen, wodurch der Proceß der Gasentwickelung abgekürzt wird, ferner, daß sie in der Anschaffung wohlfeiler sind und eine längere Dauer als die gußeisernen Retorten haben. Die Thonretorten erfordern jedoch im Betriebe sorgsamere Ueberwachung; auch hängt der Erfolg und die Dauer dieser Retorten ganz besonders von der Construction der Retortenöfen ab. Aber auch die Form und die Größe der Retorten ist von wesentlichem Einflusse auf die Gasausbeute. Anfangs machte man die Retorten im Querschnitt kreisförmig (a Fig. 26) oder viereckig (b) oder ohrenförmig (c); gegenwärtig giebt man dem ovalen Querschnitt (d und e) oder der Form

Fig. 26.



eines liegenden D (f) den Vorzug. Die Retorten mit kreisförmigem Querschnitte sind zu verwerfen. Es wird nämlich *ceteris paribus* diejenige Gasretorte die größte Gasausbeute geben, in welcher die der Destillation unterworfenen Kohlen am gleichmäßigsten ausgebreitet sind. Bei den cylindrischen Retorten ist dies nun am wenigsten der Fall, da die Kohlen in denselben stets nach Art eines Kreissegmentes sich lagern, und hierbei der mittlere,

über dem tiefsten Punkte der Retorte liegende Theil der Kohlenschicht am spätesten die zur Destillation erforderliche Temperatur annehmen wird. Während die seitlich liegenden Kohlenschichten bereits in völliger Gasentwickelung begriffen sind, haben die mittleren Kohlenmassen noch nicht die Destillationstemperatur angenommen, wodurch die Menge des Theeres auf Kosten der Gasausbeute beträchtlich zunimmt. Die Retorten mit ⌓förmigem Querschnitt würden mithin diejenigen sein, die für die Gasproduction am geeignetsten erscheinen, da in denselben die Kohlen in einer möglichst gleichdicken Schicht liegen. Trotzdem giebt man häufig den ovalen oder noch mehr den Retorten mit elliptischem Durchschnitt[1]) den Vorzug. Der Grund davon liegt darin, daß sich die elliptischen Retorten besser in dem Ofen arrangiren lassen, in der Weise, daß für eine gewisse Anzahl elliptischer Retorten ein geringerer Raum erforderlich ist als für die gleiche Anzahl von Retorten mit ⌓förmigem Querschnitte; außerdem schreibt man den elliptischen Retorten eine größere Dauer zu.

Zu den Nachtheilen der Thonretorten gehört nach den Beobachtungen von Deville (1861) der Umstand, daß das Leuchtgas durch die poröse Retortenwand die umgebende Atmosphäre einsaugt. Es ist daher nicht anders zu erwarten, als daß hier, ungeachtet des Gegendrucks, welchem das Gas auf seinem Wege durch die Vorlage, den Reinigungsapparat und den Gasbehälter ausgesetzt ist, die Gase des Feuerherdes sich dem Leuchtgase beimischen und dessen Leuchtkraft beeinträchtigen. Sind Deville's Beobachtungen richtig, so muß durch Auftragen einer dünnen Schicht schmelzbarem Ueberzuges auf den Thon, diese schädliche Wirkung aufgehoben werden.

Was die Dimensionen der Retorten betrifft, so verwendet man meist solche, welche ungefähr 100 Kilogr. Kohlen zu fassen vermögen und von diesem Quantum etwa zur Hälfte bis zu 0,6 des inneren Raumes angefüllt werden. Derartige Retorten haben in der Regel 54 Centimeter Durchmesser der großen, 43 bis 45 Centimeter Durchmesser der kleinen Axe und eine Länge von 2,5 bis 3 Meter. An dem Ende ist die Retorte meist durch eine feste, senkrecht auf die Länge stehende Wand, seltener gewölbeartig geschlossen. Retorten, welche an beiden Enden geöffnet werden können — *reciprocating retorts* — werden gegenwärtig nicht mehr angewendet.

Was die Dauer, den Preis und die Leistungen der eisernen und der

---

[1]) Prechtl wendete bereits im Jahre 1817 in Wien die elliptische Form der Gasretorten an, d. h. Retorten, deren Querschnitt eine Ellipse bildet, von welcher die große Achse mindestens doppelt so groß ist, als die kleinen.

thönernen Retorten anlangt, so macht J. Church (1857) [1]) hierüber folgende Mittheilungen:

	Retorten mit ⌓förmigem Querschnitte	
	eiserne	thönerne
Querschnitt	39 : 45	39 : 45 Centimeter.
Länge	2,54 Meter	2,54 Meter.
Dauer	365 Tage	912 Tage.
Quantum der in der Retorte verarbeiteten Steinkohle	1095 metrische Ctr.	2786 metr. Ctr.
Gasausbeute	985,500 engl. Cubikfuß	4002,462, engl. Cubikcent.
Heizmaterialverbrauch . .	25 — 30 Proc.	25 — 30 Proc. der erzielten Koks.

Funk berechnet die Dauer der Thonretorten an der Gasanstalt auf dem Bahnhof zu Hannover auf 1,53 Jahre (Church aber auf 2,5 Jahre). Nach der Angabe von Jahn (1858) rechnet man in Deutschland die Dauer einer Thonretorte bei ununterbrochenem Betriebe und unter Benutzung des Exhaustors auf 12 — 18 Monate. Im Allgemeinen ist die Dauer einer Retorte nicht über die mittlere Zeit von 15 Monaten anzunehmen [2]). In London bedient man sich neuerdings — wie Fr. Knapp (1862) berichtet — zur Destillation der Kohlen eigenthümlicher Retorten, die weder von Eisen sind, noch von Thon, auch nicht aus einem Stück, sondern aus einzelnen nach dem Modell der Retorten geformten Steinen oder Plattenstücken aus einem feuerfesten Material, den Dinasteinen [3]), aufgemauert sind. Diese Steine bestehen aus einem feuerfesten Sand (fast reinem Quarzsand), welchen man nach dem Zerkleinern und Anfeuchten mit 1 Proc. Kalk mengt, zu Platten preßt, trocknet und brennt. Als Mörtel beim Aufbauen der Retorten aus Dinasteinen benutzt man einen eisenhaltigen im Gasofenfeuer etwas erweichenden oder sinternden Thon. Genannte Retorten sind bedeutend wohlfeiler als die Retorten aus einem Stück und sollen nach der Erfahrung der Ingenieure der *Chartered-Gas-Compagny* bis zu fünf Jahren stehen.

Außer den Retorten von Gußeisen, Dinasteinen und Thon hat man auch deren aus genietetem Eisenblech; sie sind von der Form flacher breiter Backöfen, werden meist einzeln in eine Feuerung gelegt, auf der unteren Seite häufig aus einer gußeisernen Platte bestehend und mit Backsteinen armirt. Erwähnenswerth sind auch die rotirenden Retorten (*hori-*

---

[1]) Vergl. meinen Jahresbericht pro 1857 p. 483.

[2]) Eine gußeiserne Retorte für eine Ladung von 100 Kilogr. Gaskohlen kostet 75—90 Thlr., eine thönerne der nämlichen Capacität 35 Thlr. —

[3]) Ueber die Dinasteine giebt J. Percy ausführliche Notizen in seiner Metallurgie (London 1861, Vol. I. p. 236). (In der deutschen Ausgabe, Braunschweig 1862, Bd. I. p. 243.)

zontal rotary retorts) kreisförmige eiserne, niedrige Zersetzungsapparate, auf deren drehbarem Boden die Kohlen in eine gleichförmige Schicht von geringer Höhe ausgebreitet sind und dem Feuer allmählich genähert werden. Die Destillation der Steinkohlen geht in diesem Apparate normal vor sich und es wird nur ein Minimum von Theer erzeugt. Statt desselben hat man auch die *revolving web retorts* benutzt, eiserne, flache Röhren von ⌓förmigem Querschnitte, durch welche eine aus beweglichen Blechtafeln gebildete Eisenplatte ohne Ende sich bewegt.

Die thönernen Retorten werden aus einer Mischung von Charmotte und feuerfestem Thon angefertigt. Hier und da sind sie auch aus feuerfesten gebrannten Steinen gemauert worden; diese gemauerten Thonretorten zeichnen sich durch Dauerhaftigkeit und Größe aus.

§. 117.

Der Verschluß der Retorte. Der Deckel, welcher zum Verschluß des offenen Retortenendes dient, wird nicht an die Retorte, sondern an ein Mundstück oder einen Kopf aus Gußeisen befestigt, der mit der Retorte durch Flantschen und Schrauben verbunden ist. Auch bei den thönernen Retorten ist das Mundstück von Gußeisen. Die Wand der Thonretorte ist am Rande verstärkt und in diesem Theile sind in die Thonmasse 6 oder 8 eiserne Bolzen eingesenkt, deren aus dem Thon hervorragende Theile Schraubenspindeln vorstellen. Letztere werden durch Oeffnungen in den Flantschen des eisernen Kopfes hindurchgesteckt und auf der andern Seite durch Schraubenmuttern angezogen. Zum Dichten der Fugen zwischen Retorte und Kopf dient eine Mischung aus 1 Th. Eisenfeile und 2 Th. gebranntem Gyps, welche mit Salmiaklösung zu einem Brei angerührt wird oder ein Gemenge von Thon und Eisenfeile. Auf dem obern Theile des Mundstückes ist ein Stück Gasrohr mit der dazu gehörigen Flantsche aufgegossen, auf welchem das Rohr zur Leitung des Gases in die Vorlage aufgesetzt wird. Da das Mundstück außerhalb der Feuerung sich befindet, mithin eine weit größere Dauer hat als die im Feuer liegende Retorte, so wird es beim Auswechseln der Retorte immer wieder gebraucht, daher die Retorten immer nach dem nämlichen Modell gegossen werden müssen.

Fig. 27.



Fig. 28.

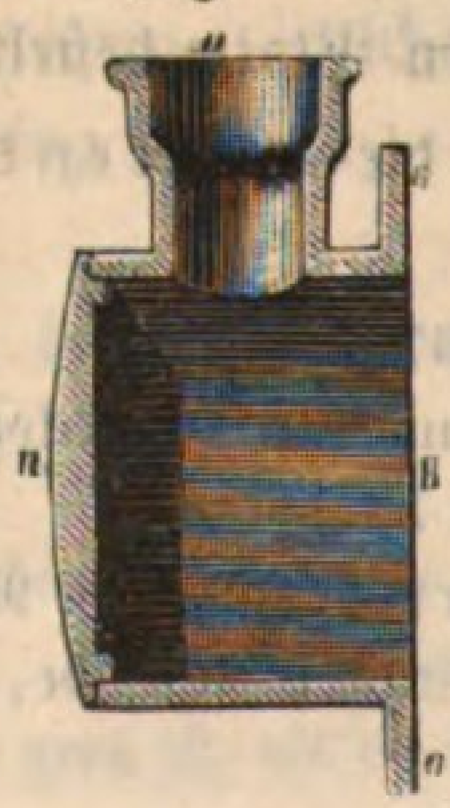


Fig. 27 zeigt das Mundstück einer ⌓förmigen Gasretorte in der

Vorderansicht, Fig. 28 im Durchschnitt. B ist die Oeffnung, durch welche die Retorte beschickt und entleert wird; sie wird mit dem Deckel n mit Hilfe von Riegeln verschlossen, zu deren Aufnahme angegossene Oehren s s vorhanden sind. o o ist die Flantsche mit vier Schraubenmuttern, D das angegossene Stück Rohr.

Fig. 29.



Fig. 30.

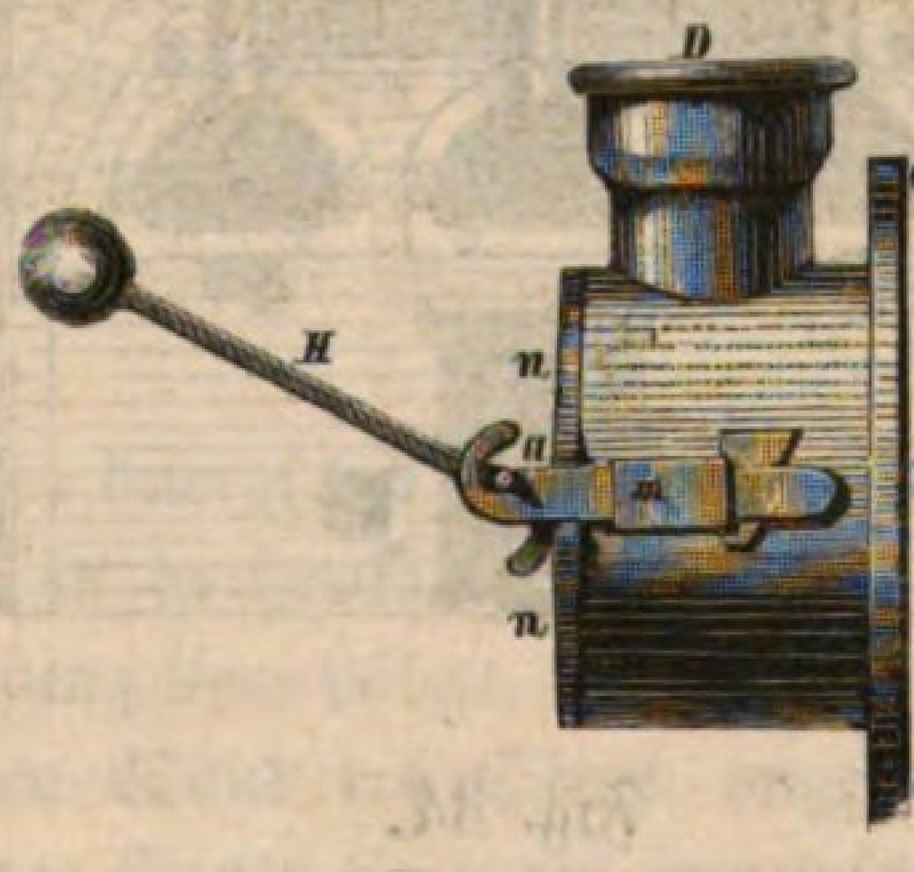


Der Deckel aus Gußeisen hat die Form des Querschnittes der Retorte (Fig. 29 und 30). Auf der inneren Seite (II) befindet sich längs dem Rande eine Verstärkung, welche in die Oeffnung B des Mundstückes paßt, auf der Außenseite (I) ist der Deckel mit einer kreuzförmigen Verstärkung versehen. Die gasdichte Befestigung des Deckels, nachdem die Retorte mit Kohlen beschickt worden ist, geschieht auf zweierlei Art. Nach der ersten Methode, durch Fig. 31 in der Seitenansicht veranschaulicht, werden durch die am

Fig. 31.



Fig. 32.



Mundstück seitlich angegossenen Oehren m m schmiedeeiserne Schienen eingeschoben und hinten durch Splinte oder Keile festgehalten. Die beiden Schienen haben vorne correspondirende Oehren, durch welche die Querschiene p gesteckt wird, welche letztere in der Mitte eine Schraubenmutter hat, durch welche die mit der Handhabe a versehene Schraubenspindel geht; durch Anziehen der Schraube preßt man den Deckel n n gegen das Mundstück an. Vor dem Auflegen des Deckels wird dessen Rand, so wie der Rand des Mundstückes mit einem Kitt überstrichen, der aus Lehm und Sand, oder aus gebrauchtem Reinigungskalk oder dergleichen besteht.

Die andere Art der Befestigung des Deckels auf der Retorte ist in Fig. 32 in der Seitenansicht dargestellt. Die durch die Oehren m m des Mundstückes gesteckten eisernen Schienen bilden am vorderen Ende gekrümmte

Haken, welche eine Querschiene a aufzunehmen bestimmt sind. Letztere trägt in der Mitte und rechtwinklig zu ihr eine zweite Eisenstange H, die an ihrem Ende mit einer Kugel belastet ist, am andern aber Kniegestalt hat und mit dem kürzeren abgerundeten und gebogenen Hebelarme nach dem Principe des Kniehebels, indem der lange Arm die Kugel nach abwärts zieht, den Deckel n festdrückt.

§. 118.

Fig. 33.

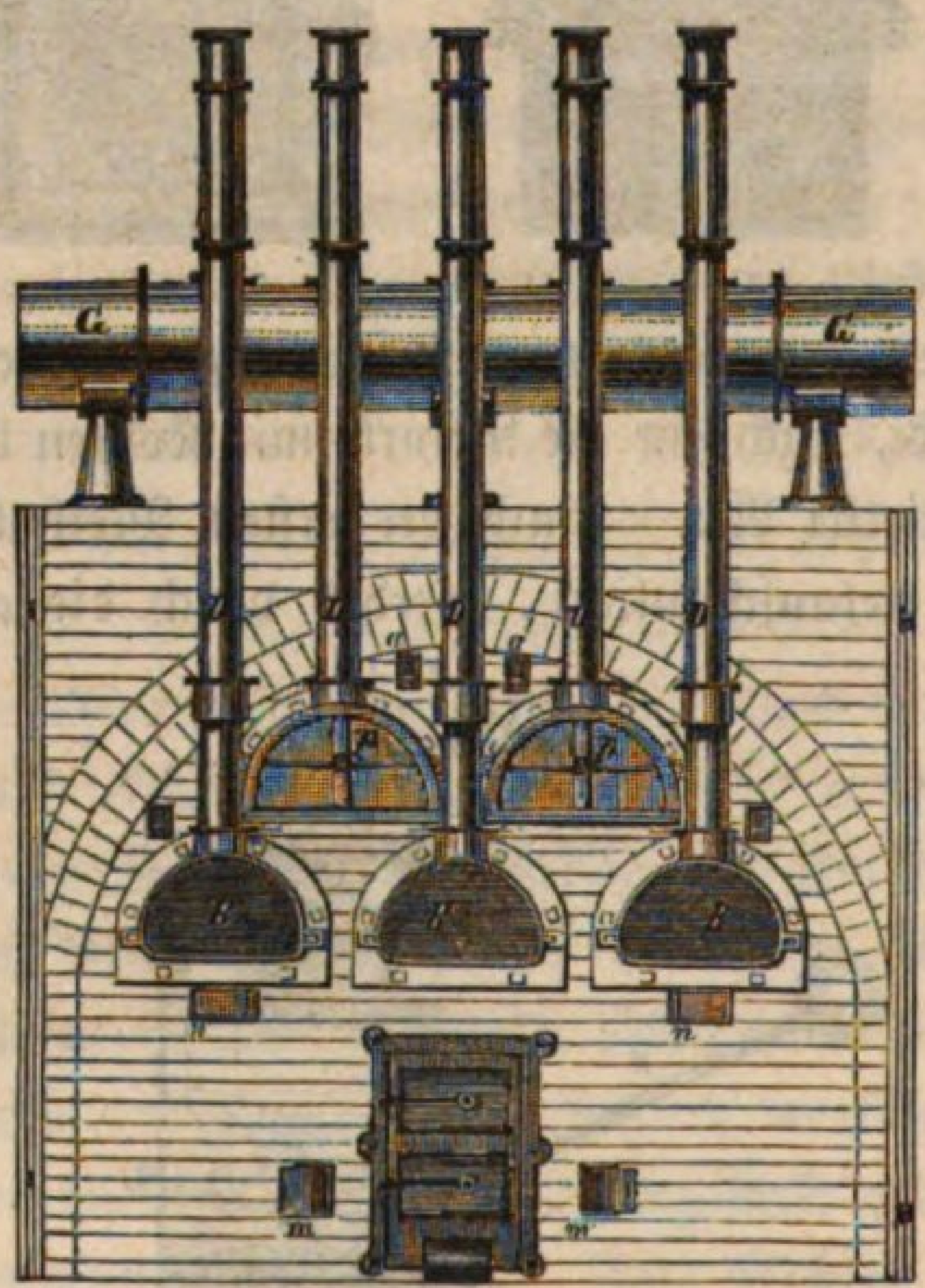
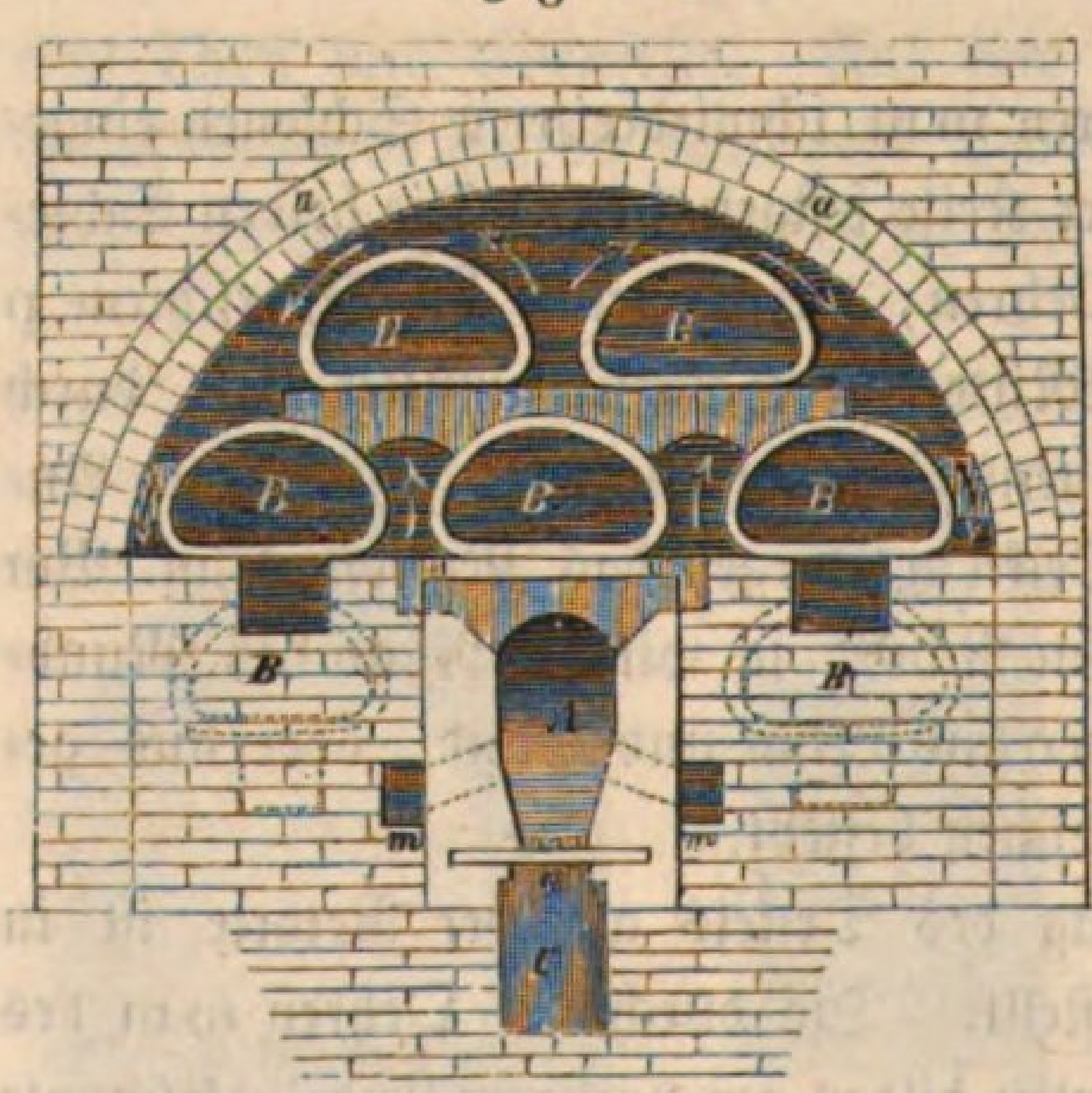


Fig. 34.



Retortenofen. Die mit dem Mundstück oder dem Retortenkopf versehenen (armirten) Retorten werden horizontal in dem Retortenofen (Gasofen) der Art eingemauert, daß der Hals der Retorten frei bleibt. Die Anzahl der Retorten in einem Ofen beträgt in größeren Gasfabriken 5—7, doch giebt es auch Oefen mit 12 und 13 Retorten. Fig. 33 u. 34 geben (nach Jahn) ein Bild eines Gasofens mit fünf Retorten, der zu gleicher Zeit einen Ofen mit sieben Retorten darstellt, wenn man sich die unteren beiden, in punktirten Linien gezeichneten Retorten noch eingelegt denkt. B sind offene, P beschickte und geschlossene Retorten, D, D ... die Aufsteigeröhren, G G die Vorlage, A der Feuerraum, a der Rost, C der Aschenraum, a a a das Ofengewölbe und n n der Rauchkanal, welcher die Verbrennungsgase in den mehreren Gasöfen gemeinschaftlichen Schornstein führt. Die Pfeile geben die Richtung der Feuergase an.

Man unterscheidet Gasöfen mit überwölbtem Feuerraum, die man bei Anwendung gußeiserner Retor-

ten zum Schutze der letzteren benutzt, und Oefen mit frei im Feuerraum liegenden Retorten, die man für Thonretorten anwendet, welche unter dem directen Einflusse des Feuers weniger Schaden leiden. Zum Schutze der gußeisernen Retorten wendet man übrigens auch anstatt der Ueberwölbung des Feuerraumes einen Beleg der Retorten mit feuerfesten Steinen an.

Die verschiedenen Constructionen von Gasöfen, welche im Laufe der Zeit aufgetaucht sind, lassen sich, wenn man von allem Unwesentlichen absieht, auf folgende vier Systeme zurückführen:

a) Gasöfen, bei welchen die aus den Oeffnungen des Feuerungsraumes kommende und die Retorten in ihrer ganzen Länge umspielende Flamme im Retortenraum aufsteigt und durch Oeffnungen im Gewölbe nach dem Rauchkanale abzieht. Eine solche Einrichtung trifft man bei Gasöfen für eiserne Retorten nach dem Systeme von S. Clegg.

b) Gasöfen, bei welchen der Retortenraum durch eine quer durch den Ofen laufende Mauer, die nicht ganz bis zum Ofengewölbe reicht, in zwei Abtheilungen von ungleicher Größe gebracht ist. Die aus dem Verbrennungsraume kommenden Feuergase gelangen zuerst in die größere vordere Abtheilung und hierauf über die Quermauer hinweg in den hinteren kleinen Retortenraum, erhitzen daselbst den hinteren Theil der Retorten und gehen zuletzt in den Rauchkanal. Nach diesem, von Blochmann herrührenden Systeme, ist eine befriedigende Ausnutzung der Wärme der Feuergase ermöglicht.

c) Bei einer dritten Art von Oefen bewegt sich die aus den Oeffnungen des Feuergewölbes kommende Flamme in horizontalen Zügen und umspielt mithin die Retorten in der ganzen Richtung ihrer Länge, und geht dann durch einen Kanal, welcher in der hinteren Wand des Ofens angebracht ist, in den, mit seiner Sohle im Niveau des Rostes liegenden gemeinschaftlichen Rauchkanal. Dieses dritte System, mit wechselndem Erfolge bald eingeführt, bald wieder beseitigt, ist seit einer Reihe von Jahren für Gasöfen mit Thonretorten mit Glück angewendet worden.

d) Ein viertes System von Gasofenconstructionen ist dadurch characterisirt, daß das Feuergewölbe fehlt; ein Theil der Flamme steigt bis auf eine gewisse Höhe zwischen zwei Backenmauern, welche parallel zum Roste aufgeführt sind, aufwärts, biegt über deren Rand um, und zieht wieder abwärts; ein zweiter Theil der Flamme geht horizontal nach der hinteren Ofenwand, zieht durch einen Zwischenraum zwischen diesen letzteren und den Backenmauern wieder nach vorn und dann in Gemeinschaft mit dem ersterwähnten Theil der Flamme in zwei Kanälen, welche unter den Retorten sich befinden, dem im Niveau des Rostes liegenden Rauchkanale zu.

Nebenbei seien hier erwähnt die Koksöfen, welche zugleich zur Erzeugung von Leuchtgas dienen. Die von Pauwells und Dubochet construirten, welche nach Oechelhäuser's Berichte[1]) in der Umgegend von Paris ausgedehnte Anwendung finden, so daß in Bälde schon die Hälfte des in Paris consumirten Gases durch diese Oefen dargestellt werden dürfte, gleichen ganz den gewöhnlichen mit Hochofenanlagen verbundenen Koksöfen (vergl. Bd. I. p. 698), sind an beiden Seiten offen und mit großen gußeisernen Thüren versehen. Das Chargiren geschieht durch eine runde Oeffnung von oben, während die Koks mittelst eines auf Schienen beweglichen Druckwerkes, welches einen Stempel von dem Querschnitt des Ofens in Bewegung setzt, nach Oeffnung beider Thüren mit einem Male hinausgeschoben wird. In der Anwendung dieses Ofens ist nun der Unterschied gegen die gewöhnlichen Koksöfen, daß die im Ofen befindliche Kohlenmasse nicht angezündet wird und in sich fortbrennt, sondern daß unter dem Ofen eine besondere Feuerung sich befindet, während die Thüren des Ofens hermetisch verschlossen bleiben und das Gas durch ein oben angebrachtes Steigrohr entweicht. Das Gas ist gering und wird für sich allein nicht zur Beleuchtung verbraucht, sondern mit reicherem, in Retorten dargestellten gemischt. Trotzdem stellt sich nach den durch langjährige Praxis unterstützten Berechnungen der Pariser Gesellschaft ein solcher Mehrgewinn an Koks heraus, daß unrte dortigen Verhältnissen ein bedeutendes Plus zu Gunsten des Koksgasofens bleibt.

§. 119.

Chargiren der Retorten und Destillation der Kohlen. Das Chargiren oder Laden der Retorten geschieht meist mittelst einer muldenförmigen Schaufel aus Eisenblech, welche die Länge der zu beschickenden Retorte hat und die Gesammtmenge Kohlen faßt, welche die Retorte zu einer Charge braucht. Man führt die mit Kohlen gefüllte Schaufel einfach in die Retorte ein, wendet sie um und zieht sie leer wieder heraus. Die Steinkohlen oder Bogheadkohlen bleiben in ziemlich gleichmäßiger Schicht auf dem Boden der Retorte liegen und füllen dieselbe höchstens bis zur Hälfte an. Nach dem Schließen der beschickten Retorte findet sogleich lebhafte Entwickelung von Gas statt, welche nach und nach schwächer und nach Ablauf von 4 — 5 Stunden so schwach wird, daß man mit der Destillation aufhört. Zu diesem Behufe öffnet man den Retortendeckel und zündet zuvörderst die

---

[1]) Vergl. Wagner's Jahresbericht 1861 p. 674, ferner Payen, Précis de chimie industrielle, Paris 1859, Tome II. p. 615.

entweichenden Gase an, um einer Explosion derselben vorzubeugen. Der in der Retorte befindliche Rückstand, die Kofs (bei Anwendung von Boghead-kohle die Schieferasche) welche gewöhnlich zu einer Masse zusammengebacken sind, werden mit Hülfe einer eisernen hakenförmigen Vorrichtung herausgezogen, entweder im glühenden Zustande sofort zur Heizung verwendet, oder, wie es fast immer der Fall ist, in eisernen Karren aufgesammelt, auf den Hof oder einen besondern Platz gefahren und durch Wasser abgelöscht. Sofort nach dem Entleeren wird die Retorte von neuem beschickt. Es werden nie alle Retorten eines Ofens zu gleicher Zeit beschickt. Ein Retortenofen mit 5—7 Retorten beschäftigt 3 Arbeiter, außerdem einen Heizer, welcher indessen zwei Oefen zu bedienen vermag.

Zum Heizen der Retorten dienen in der Regel Kofs. Man nimmt an, daß zum Heizen der dritte Theil der in der Gasfabrik erzielten Kofs verbraucht wird. In einigen Gasfabriken, so in der der deutschen Continentalgesellschaft in Dessau hat man es für vortheilhaft gefunden, den Theer unter den Retorten zu verbrennen. Mit 1 — $1^1/_8$ Ctr. Theer werden $1^1/_2$ Ctr. Kofs ersetzt. Die Vorrichtung zum Verbrennen des Theeres ist folgende [1]). Der Theer befindet sich oben auf dem Ofen in einem gußeisernen oder blechernen Reservoir, von dessen Boden seitwärts ein Rohr abgeht, welches am unteren Ende in einen seitlich angebrachten Hahn ausläuft. Aus letzterem fließt der Theer in eine geneigte offene Rinne; in diese Rinne läuft gleichzeitig ein dünner Wasserstrahl; der Theer wird dadurch verdünnt und Verstopfungen des unteren Zuleitungsrohres vermieden, in welches der mit Wasser verdünnte Theer durch einen Trichter gelangt. Das Zuleitungsrohr ist oberhalb der Feuerthüre, in schräger Richtung nach dem Feuer einfallend, angebracht und steht außerhalb des Gemäuers so weit vor, daß man an seiner oberen Fläche den erwähnten Trichter für die Aufnahme des Theeres anbringen kann. Im Feuerraum mündet dieses Rohr über eine Charmottsteinplatte, welche sich stets in Weißglühhitze befindet und sofort den darauf tröpfelnden Theer zersetzt, welcher nun in Dampfgestalt über dem Feuer hinzieht und dabei vollständig verbrennt.

§. 120.

Die Vorlage. Ein jeder Gasofen ist mit einer Vorlage (Hydraulik, Trommel, barillet, *hydraulic main*, *hydraulic condenser*) versehen, welche durch die Aufsteigröhren (*stand-pipes*) mit den Retorten in Verbindung steht und in der Regel auf den vorderen Theil des Ofens

---

[1]) Vergl. Wagner's Jahresbericht pro 1859 p. 654.

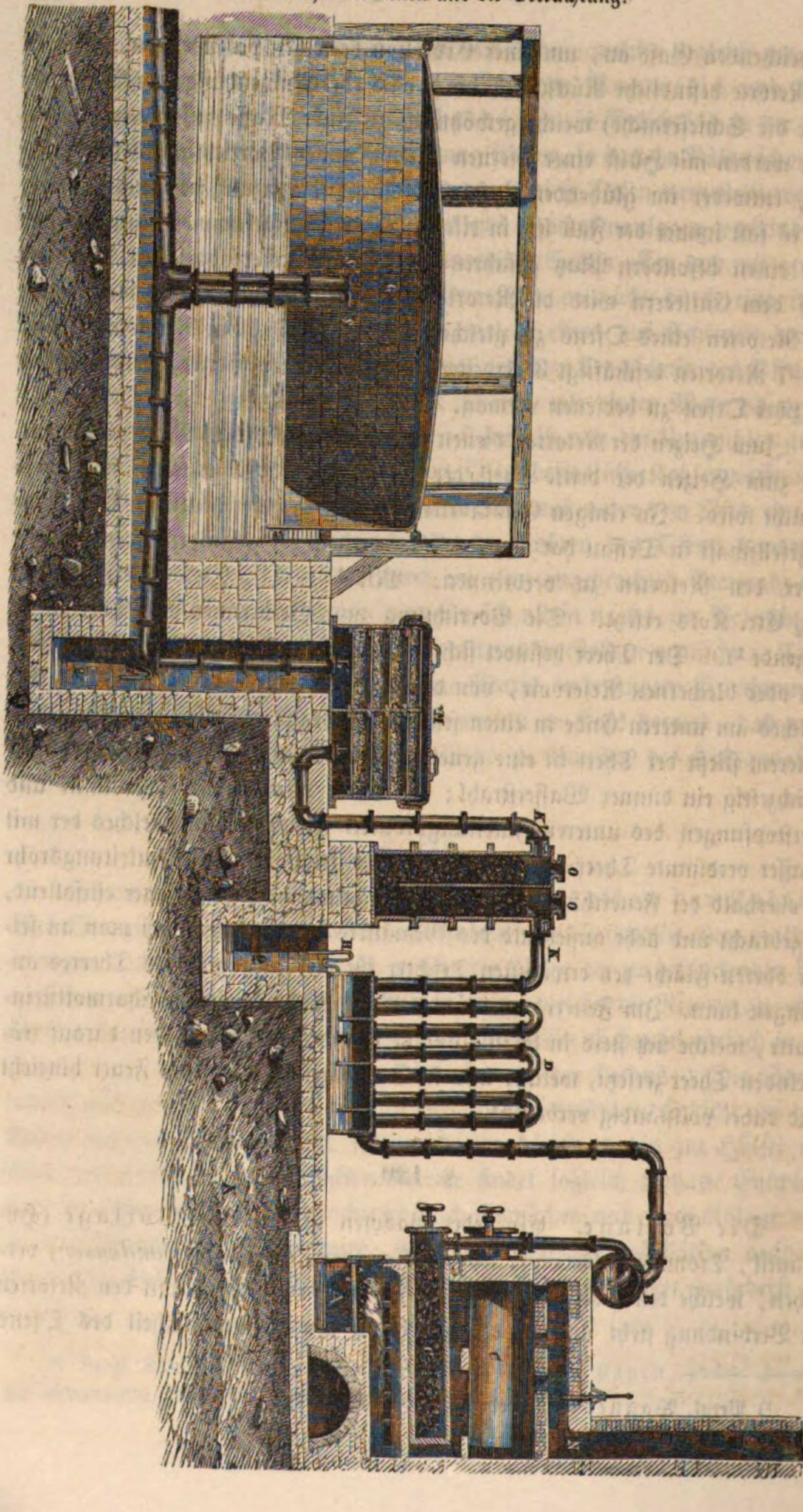


Fig. 35.

gelegt ist. Die Gasabzugsröhren haben einen Durchmesser von 12 — 18 Centimeter und steigen senkrecht nahe der Retortenmündung auf. Die Vorlage selbst ist ein weites horizontal liegendes Rohr (vergl. Fig. 33 G und Fig. 35 B; in letzterer ist die Vorlage im Durchschnitt, rechtwinklig zur Längenaxe abgebildet) von Gußeisen oder von genietetem Eisenblech und von 30 — 60 Centimeter Durchmesser. Gewöhnlich läuft eine einzige Vorlage über eine ganze Ofenreihe und selten giebt man jedem einzelnen Gasofen seine eigene Vorlage. Die Vorlage ist entweder cylindrisch oder von ⌓förmigem Querschnitte.

Der Zweck der Vorlage ist, aus sämmtlichen Retorten des Gasofens die flüchtigen Producte der trockenen Destillation aufzunehmen und zu gleicher Zeit eine hydraulische Absperrung der einzelnen Retorten in der Art herbeizuführen, daß die in der Vorlage nicht condensirten Producte zwar weiter nach den Verdichtungen und Reinigungsapparaten gehen, aber nicht rückwärts in die Retorte treten können. Die Art der Verbindung der Gasabzugsröhren mit der Vorlage ist gewöhnlich der Art, daß Sattelröhren (*bridge-pipes*) zur Anwendung kommen, wie in Fig. 36, wo A das Aufsteigrohr, B das Sattelrohr, C das in die Vorlage hinabreichende Rohr,

Fig. 36.

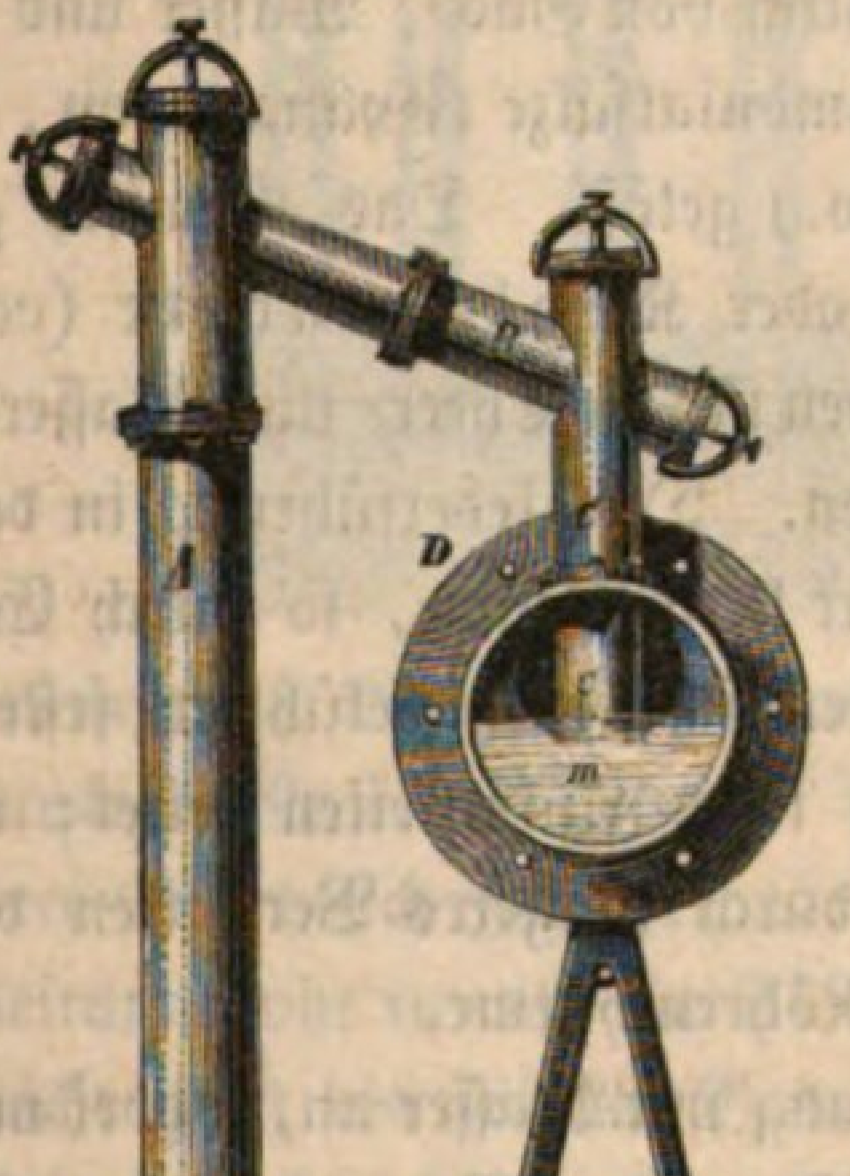
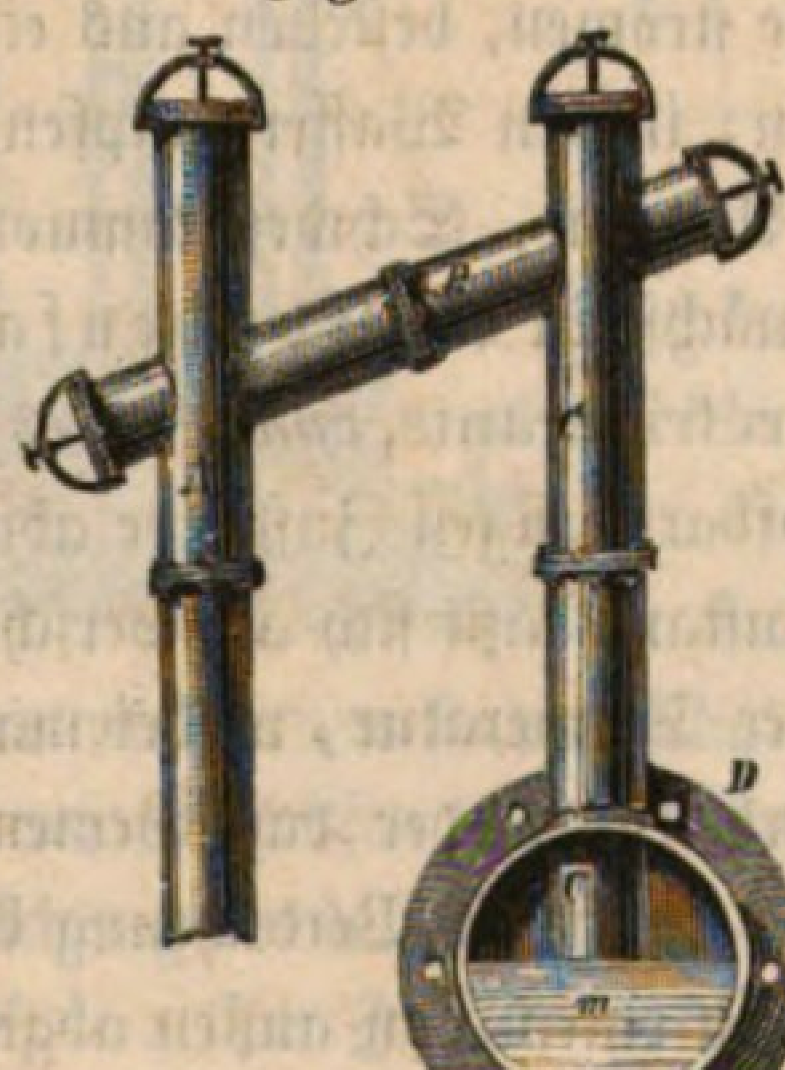


Fig. 37.



D die Vorlage selbst darstellt, m ist die Sperrflüssigkeit. Eine andere Verbindungsweise der Vorlage mit dem Aufsteigrohr ist Fig. 37 abgebildet (die

Buchstaben haben die nämliche Bedeutung wie in Fig. 36). Durch ein am obern Theile der Vorlage befindliches Rohr (s. Fig. 35) gehen die nicht condensirten Producte nach dem Condenser weiter.

Wie aus den Figuren 36 und 37 ersichtlich ist, tauchen die Rohre C in die Vorlage ein, in welcher sich eine Flüssigkeit befindet, welche, wie in der Woulff'schen Flasche, die untere Mündung dieser Röhren absperrt. Bei Beginn der Thätigkeit eines Gasofens wird Wasser in die Vorlage gebracht, nach kurzer Zeit ist es durch Theer und Theerwasser ersetzt. Damit sich aber die Vorlage nicht zu hoch damit fülle, ist eine Theerabflußröhre der Art an der Vorlage angebracht, daß letztere stets bis über die Höhe der Mündung des Gasrohres mit Theer und Theerwasser angefüllt bleibe. Die abgeleiteten Flüssigkeiten gehen nach der Theercisterne.

§. 121.

II. Die Verdichtung des größten Theiles der flüssigen Destillationsproducte in dem Condenser.

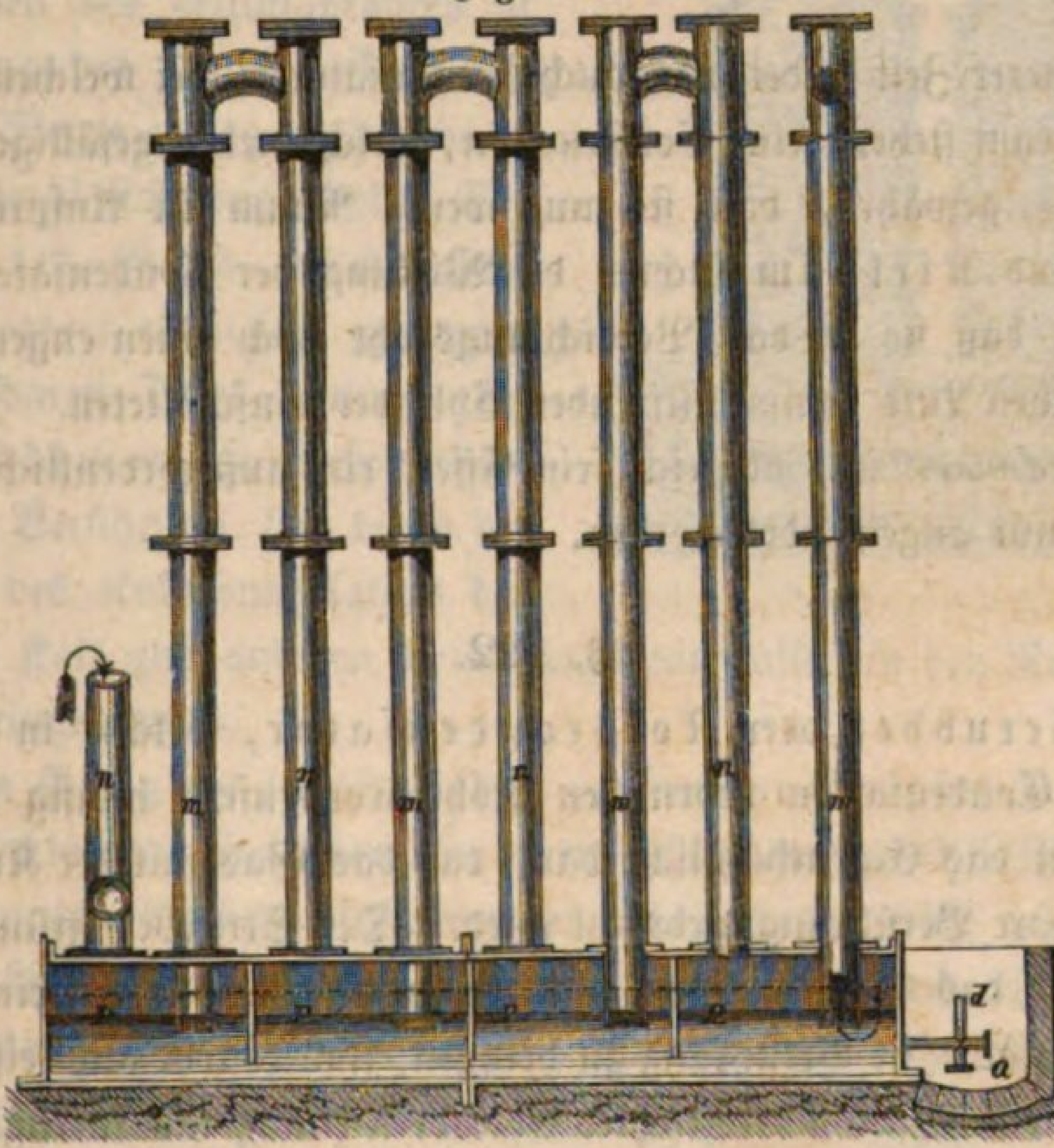
Die flüchtigen Destillationsproducte, welche in der Vorlage oder der Hydraulik nicht verdichtet wurden und deshalb aus dem Abzugsrohre der Vorlage strömen, bestehen aus einem Gemisch von Gas-, Wasser und Theerdämpfen; in den Wasserdämpfen sind Ammoniaksalze (Cyanammon, kohlensaures Ammon, Schwefelammon u. s. w.) gelöst. Das Gemisch gelangt nun zunächst in die Condensatoren oder Kühlapparate (condenseurs, réfrigerants, *condensers*) in welchen sich die Theer- und Wasserdämpfe im tropfbarflüssigen Zustande absetzen sollen. Die Ueberführung in den flüssigen Zustand läßt sich auf verschiedene Art herbeiführen, so durch Erniedrigung der Temperatur, wobei man das Gemisch bei abgekühlten festen Körpern herbeiführt oder das Gemenge durch kalte Flüssigkeiten leitet; es läßt sich aber auch die Verdichtung bewirken durch längeres Verweilen des Gemisches in einem von außen abgekühlten Röhrensysteme.

Anfänglich wendete man die Abkühlung mit Wasser an, wobei man auf ähnliche Weise verfuhr, wie bei der Verdichtung der Branntwein- und Spiritusdämpfe in den Kühlapparaten der Brennereien (vergl. Bd. III. p. 597), man führte das Gemisch einfach durch ein mit kaltem Wasser umgebenes Schlangenrohr. Diese Einrichtung machte jedoch bald einer zweckmäßigern Platz, da sie nicht nur große Mengen von fließendem Wasser in Anspruch nahm, sondern auch bei Verstopfungen in Folge der Condensation fester Producte schwer zugänglich war. Die Luftcondensation, die an die Stelle der Verdichtung mit Hülfe von Wasser trat, verfuhr und verfährt auf die Weise,

daß man die Destillationsproducte einen langen Weg durch ein Röhrensystem aus Gußeisen zurücklegen läßt, wobei die Producte ihre Wärme in Folge der guten Leitung des Gußeisens an die Luft abgeben; die dem Gase beigemengten Wasser- und Theerdämpfe werden dadurch in Flüssigkeiten übergeführt.

Der in den Gasfabriken gegenwärtig übliche Condensator besteht, wie er Fig. 38 im Vertikaldurchschnitte abgebildet ist (auch Fig. 35 zeigt in D einen ähnlichen Verdichtungsapparat), aus einer Reihe vertikaler Röhren,

Fig. 38.



welche oben durch Bogenröhren untereinander verbunden sind und unten auf dem viereckigen Kasten P stehen. Letzterer, von Gußeisen, ist der Länge und der Quere nach durch Zwischenwände in Fächer getheilt. Jedes Fach trägt ein Zuleitungsrohr m und ein Ableitungsrohr n. Die Zwischenwände r, r, r gehen nicht ganz bis auf den Boden hinunter, die zum Absperren dienende Flüssigkeit, welche die einzelnen Abtheilungen abschließt, kann somit durch den ganzen Kasten frei sich bewegen. In diesem Kasten sammelt sich das condensirte Gaswasser und der Theer. Der Stand der Sperrflüssigkeit wird durch Abflußröhren d (oder durch ein heberförmig gebogenes Rohr H in Fig. 35) regulirt; die condensirte Flüssigkeit wird in den ausgemauerten Kasten Q geleitet und geht von da durch ein vom Boden des Kastens abführendes Rohr nach der Theercisterne. Die abwärts führenden Zuleitungsröhren tauchen, wie aus der Zeichnung zu ersehen, ein wenig in die Sperr-

flüssigkeit ein, wodurch das Gas gezwungen wird, durch letztere hindurchzugehen. Die Wirkung des so construirten Kühlapparates wird beträchtlich erhöht, wenn man aus einem oberhalb desselben angebrachten Wasserreservoir Wasser über denselben strömen läßt, welches an den Röhren herabrinnend, zum Theil verdunstet und dadurch das Röhrensystem abkühlt. Die Anzahl, die Länge und die Weite der Kühlröhren ist von der Gasmenge abhängig, welche innerhalb einer bestimmten Zeit abzukühlen ist. Im Allgemeinen rechnet man 50 bis 90 Quadratfuß Röhrenoberfläche für je 1000 Cubikfuß Gas pro Stunde.

In neuerer Zeit findet man auch Condensatoren, bei welchen die Röhren im Kreise herum stehen, eine Construction, welche neben gefälligem Ansehen, den Vortheil gewährt, daß sie nur wenig Raum in Anspruch nimmt. Wright und Kirkham suchten die Wirkung der Condensatoren dadurch zu erhöhen, daß sie in das Verdichtungsrohr noch einen engern, mit der atmosphärischen Luft communicirenden Cylinder einschalteten. Dieser *ventilating condenser* ist, obgleich sein Effect ein außerordentlicher sein soll, doch wenig nur angewendet worden.

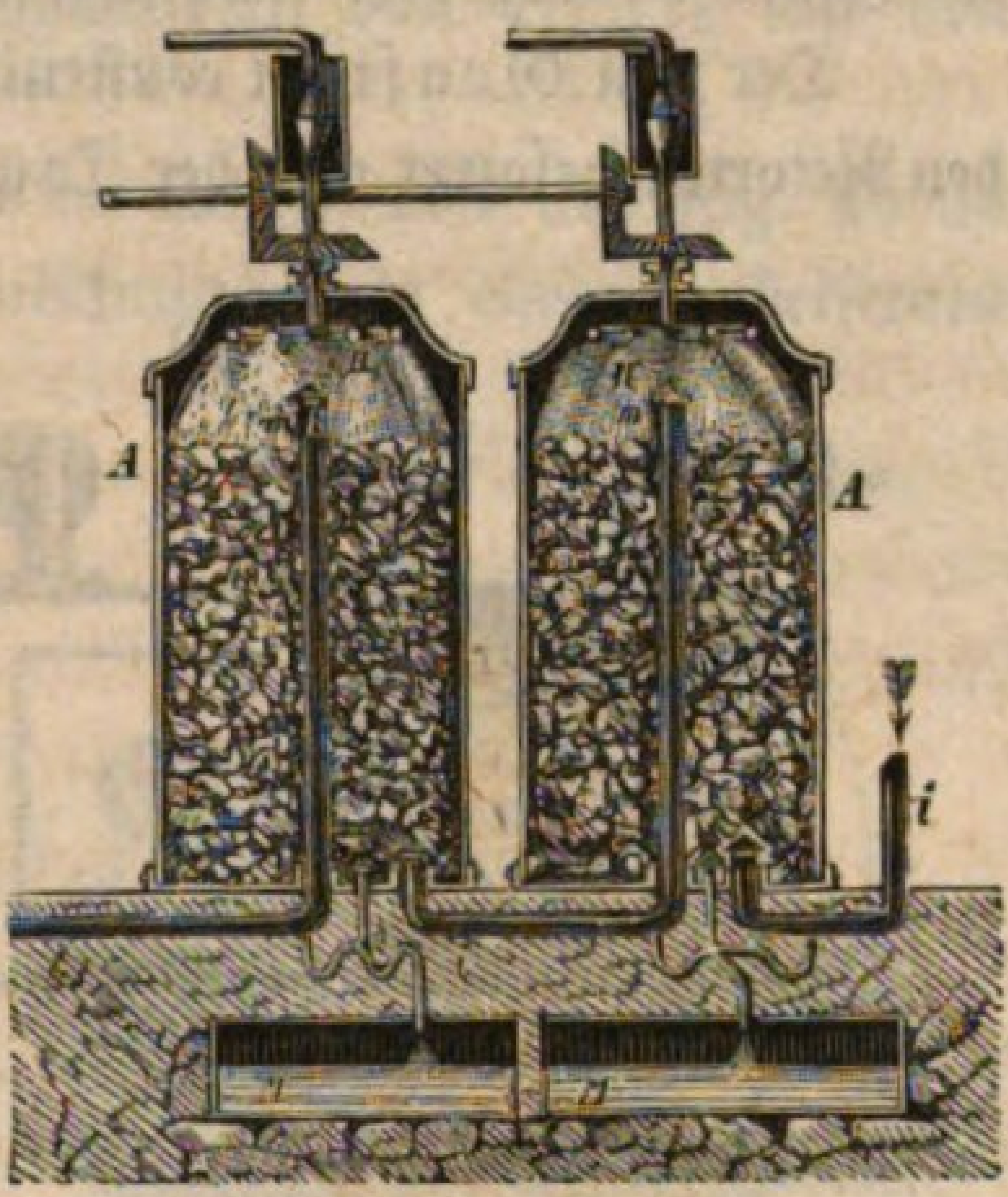
§. 122.

Der Scrubber oder Kokscondensator, welcher in neuerer Zeit zur bessern Condensation neben den Röhrencondensers häufig Anwendung findet, bietet das Eigenthümliche dar, daß das Gas mit der Kühlflüssigkeit in unmittelbare Berührung gebracht wird. Der Scrubber gründet sich auf das Princip, das Gas in einem nicht zu großen Raume mit einer möglichst großen Oberfläche in Berührung zu bringen, und besteht aus eisernen, aus genieteten Blechen zusammengesetzten Cylindern (auch, wie in englischen Gasanstalten häufig aus Tonnen), welche mit Koksstückchen (oder Steinen oder groben Holzspänen oder auch Reißigbündeln; auch zuweilen Drainröhren) angefüllt sind, welche durch herabträufelndes Wasser feucht erhalten werden. Der Scrubber, welchen man auch Wascher nennt, weil in der That das Gas in ihm gewaschen wird, hat den Zweck, dem rohen Gase vor seinem Eintritt in die Reinigungsapparate schon einen Theil des Schwefelwasserstoffs und Schwefelammons zu entziehen, ferner aber auch die Absonderung der mechanisch durch den Gasstrom mit fortgerissenen Theertheilchen zu vervollständigen.

Fig. 39 zeigt die Durchschnittszeichnung eines Scrubbers (auch in Fig. 35 ist die Scrubbervorrichtung o o eingeschaltet). Der Cylinder hat einen Durchmesser von $1^1/_3$ — $1^1/_2$ Meter und 3 — 4 Meter Höhe und ist, wie erwähnt, mit Koksstücken gefüllt, über welche sehr häufig ein hohles

drehkreuz H, wie man es in den englischen Brauereien zum Befeuchten der in Malz überzuführenden Gerste anwendet, unabläßig Wasser sprengt. Das zu waschende Gas tritt durch das Rohr i in den Waschapparat ein, bewegt sich zwischen den nassen Koks hinauf, geht durch das Rohr m abwärts und tritt dann in einen zweiten Scrubber. Am untersten Theil des Leitungsrohres ist für den Abzug des Waschwassers und des Theeres Sorge getragen, welche in dem Reservoir M sich ansammeln. Der Durchgang des Gases durch einen Scrubber erfordert einen sehr geringen, kaum bemerkbaren Druck, bringt aber die Gaspartikelchen mit so großer feuchter Fläche in Berührung, daß durch die Anwendung des Kokscondensators der Aufwand an Kalk und anderen Reinigungsmaterialien in den Reinigern beträchtlich verringert wird.

Fig. 39.



Ein von King vor einigen Jahren construirter Scrubber hat an Stelle der Koks durchlöcherte Holzböden in einem Abstande von 0,6 Meter eingelegt. Ein ununterbrochen einströmender Wasserstrahl hält nicht nur die Böden fortwährend naß, sondern vertheilt sich auch durch die Löcher der Böden dergestalt, daß dadurch die absorbirende Oberfläche bedeutend vergrößert wird. Diese Scrubber haben sich in der Anwendung bewährt.

§. 123.

Der Exhaustor (Aspirator, aspirateur, extracteur, *aspirator, extractor*) ist eine Vorrichtung, welche zwischen dem Condenser und dem Reinigungsapparat eingeschaltet ist und den Zweck hat, den Druck in den Retorten, welcher, wie man annimmt, der Hauptgrund zur Bildung der Zersetzung des Gases und des Kohlenabsatzes an den Retortenwänden ist, zu vermindern und somit dem Entweichen von Gas durch Poren und Risse der Retorten entgegenzuwirken. Besonders seit der Einführung der Thonretorten durch Grafton, deren Masse an sich schon nicht völlig gasdicht ist und in welcher außerdem leicht sich Sprünge bilden, durch welche bei einem Druck von mehreren Fuß Wasserhöhe große Mengen von Gas entweichen würden, und seitdem man erkannt hat, wie wichtig es für die Gasausbeute und für die Beschaffenheit des Gases sei, die flüchtigen Producte der trocknen Destil-

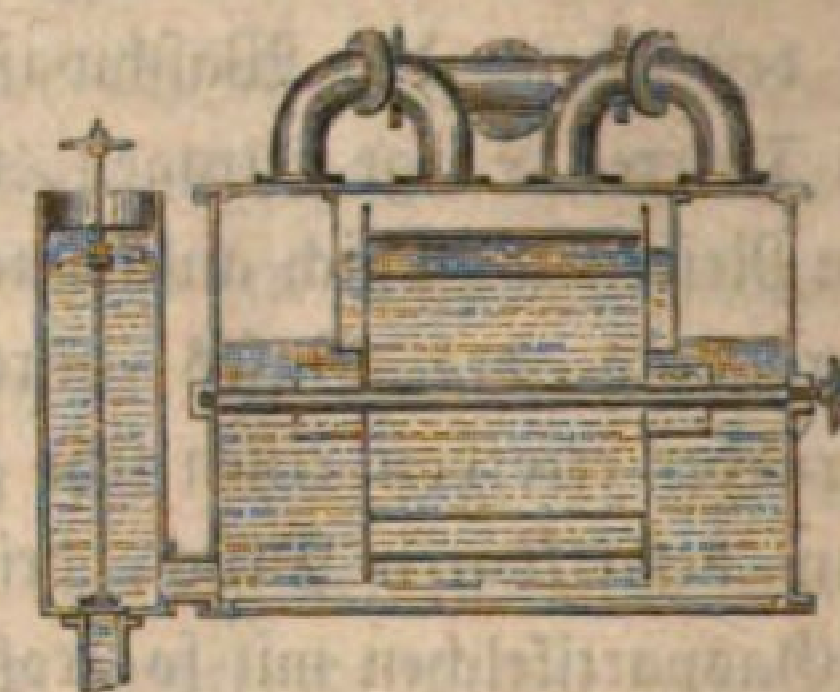
lation der zur Gasbereitung dienenden Materialien möglichst schnell aus den Retorten zu entfernen, um sie aus dem Bereiche der zersetzenden Einwirkung der glühenden Retortenwände zu bringen, wendet man die von Grafton im Jahre 1839 in die Gasindustrie eingeführten Exhaustoren an.

Der von Grafton construirte Exhaustor, durch welchen das Gas aus den Retorten gesaugt und der Druck auf ein Minimum reducirt werden sollte,

Fig. 40.



Fig. 41.



besteht, wie aus den beiden Zeichnungen Fig. 40 und 41 ersichtlich ist, aus einem Kasten, in welchem sich ein Schöpfrad mit vier Schaufeln befindet, das reichlich zu drei Viertheilen im Wasser steht; die vier Schaufeln sind nach Form der Kreisevolvente gebogen. Wird das Rad in der Richtung der Schaufeln gedreht, so sinkt das Gas, das zwischen je zwei Schaufeln oben aufgenommen wird, nach und nach bis zum Mittelpunkte des Rades hinab und entweicht von hier aus durch zwei Seitenöffnungen. Der Unterschied des Wasserstandes, welchen man in Fig. 41 deutlich wahrnehmen kann, giebt den Druck an, welcher von dem Apparate aufgehoben wird. Es gelang dem Grafton'schen Exhaustor nicht, sich Eingang in die Gasfabriken zu verschaffen, doch verdient er als der erste Saugapparat immerhin Erwähnung.

Zunächst entstanden nun die Glocken-Exhaustoren, in der That nichts anders als hydraulische Luftpumpen, wie man sie z. B. auch verwendet in der Papierfabrikation bei der Entwässerung des endlosen Papierblattes durch Luftdruck (vergl. Bd. IV. p. 385) und in der Essigfabrikation zur Entfernung der entsauerstofften Luft und zur Verdichtung der Dämpfe in dem Sperrwasser (vergl. Bd. III. p. 678). Bei den Glocken-Exhaustoren wurden zwei an einem Balancier befestigte eiserne Glocken, welche mit den Gasleitungsröhren in Verbindung standen, in einem mit Wasser angefüllten Reservoir auf- und niederbewegt und so ein Saug- und Druckapparat mit hydraulischem Verschluß gebildet.

Die Wasserschlußventile waren bei einer Art von Glockenexhaustor durch Klappenventile vertreten. Die Glockenexhaustoren, selbst die verbesserten von

Pauwels und Dubochet, welche mit drei Glocken arbeiteten, haben eine allgemeine Verwendung nicht gefunden, sie waren theuer und voluminös und arbeiteten nicht gleichmäßig.

Günstigere Aufnahme fanden die Exhaustoren von Beale und von Jones.

Der Exhaustor von Beale, Fig. 42 im Querschnitt und Fig. 43 im Längenschnitt dargestellt, hat folgende Einrichtung: In einem gußeisernen Cylinder A, an welchem die beiden Hälse m und n für den Ein- und Austritt des Gases sich befinden, ist ein excentrisch angebrachter zweiter Cylinder B der Art vorhanden, daß er unten die Cylinderwand von A fast berührt; an seinen Enden trägt B zwei in einer Axe liegende Wellen d und d′, an denen er sich in dem größeren Cylinder dreht. Durch die Mitte des inneren Cylinders schiebt sich eine Platte C (aus den zwei Platten e und e′ bestehend), welche den Raum des Exhaustors in zwei Theile theilt. Die Platte trägt an den Punkten f Zapfen, die in die Führungsplatte g passen, welche letzteren in einer concentrischen Nuth

Fig. 42.

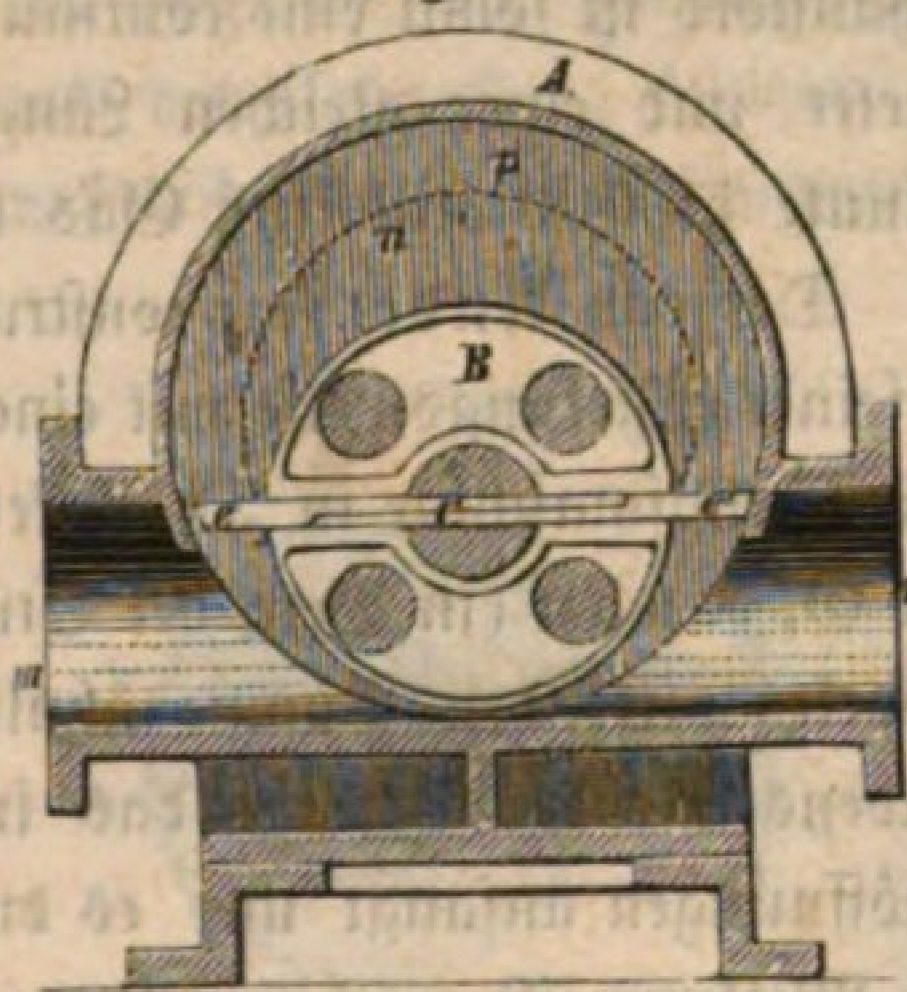
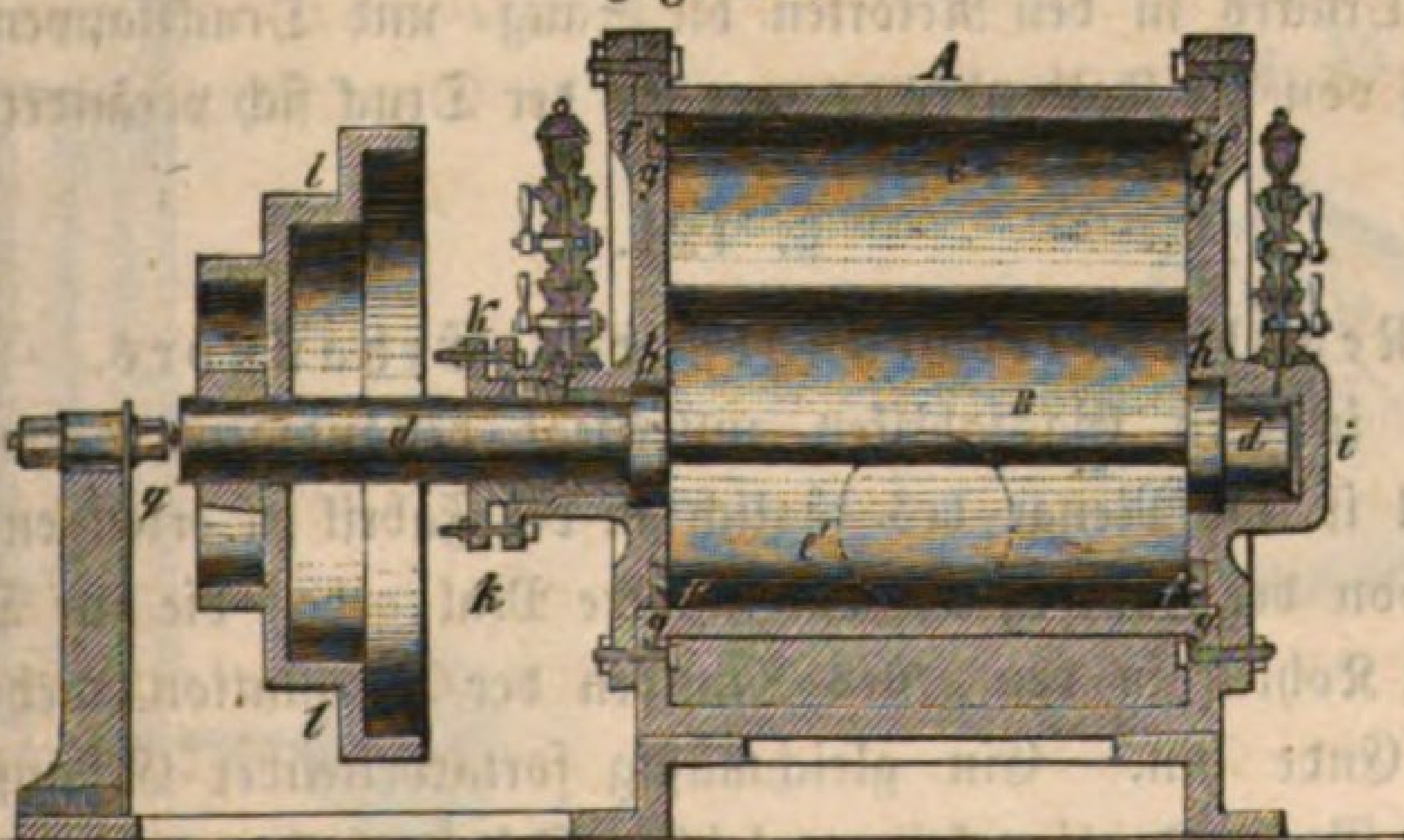


Fig. 43.



des Cylinders A liegen. Die Welle d′ dreht sich mit dem im Deckel h befindlichen Lager i; die Welle tritt aus der Stopfbüchse k heraus, ist mit der Riemenscheibe l versehen und wird durch die Spitze q in centrischer Lage zum Cylinder B erhalten. Dreht sich nun die Welle in der Richtung des Pfeiles p, so folgen die Zapfen f f der Bewegung der Führungsplatten g und die Platte C tritt aus dem Cylinder B hervor, bis sie bei der vertikalen Stellung

den höchsten Punkt erreicht hat. Bei dieser Stellung wird die Platte e′ gänzlich in den Cylinder geschoben sein. Bei fortgesetzter Drehung findet demnach ein unaufhörliches Hinein- und Herausschieben dieser Platten statt. Gelangt durch m Gas in den Cylinder A, so wird durch die sich herausschiebende Platte e das Gas in der Richtung des Pfeiles sich fortbewegen und zu dem Rohr n hinausgeführt werden. Indem die Platte e so vorschreitet, erreicht die Platte e′ den tiefsten Punkt des Cylinders A und führt auf dieselbe Weise ein neues Quantum Gas mit sich fort. Die Wirkung des Exhaustors ist somit eine continuirliche. Bei einem Durchmesser von 72 Centimeter und einer gleichen Länge vermag er bei 50 Umdrehungen in der Minute 18,000 Kubikfuß Gas in der Stunde fortzuschaffen.

Der von Anderson construirte Kohlen-Exhaustor oder Aspirator stimmt in seiner Wirkungsweise mit einem Cylindergebläse überein und wird durch eine Dampfmaschine in Thätigkeit versetzt. Dasselbe gilt von dem Exhaustor von G. Kuhn (in Berg bei Stuttgart), welcher in seiner Einrichtung einer doppelt wirkenden Pumpe ähnlich ist, beim Auf- und Niedergange des Kolbens aus der Vorlage das in den Retorten producirte Gas durch Klappenöffnungen ansaugt und es durch Oeffnungen nach den Reinigern drückt. Die Wirkung ist mithin mit der einer gewöhnlichen Pumpe für den Fall übereinstimmend, daß die Gaserzeugung in den Retorten gleich der Leistungsfähigkeit des Exhaustors ist. Kann aber in Folge zu großer Gasentwickelung der Exhaustor die entstehenden Gase nicht bewältigen, so öffnen sich in Folge des Druckes in den Retorten die Saug- und Druckklappen so lange unabhängig von der Kolbenbewegung, bis der Druck sich verändert hat.

§. 124.

Die Regulirvorrichtungen des Exhaustors. Die Gasentwicklung in den Gasfabriken unterliegt beständigen Schwankungen, denn einmal ist die Menge des täglich in der Fabrik zu erzeugenden Gases abhängig von der Jahreszeit, das andere Mal geben die zur Destillation verwendeten Kohlen in den ersten Stunden der Destillation mehr Gas als gegen das Ende hin. Ein gleichmäßig fortarbeitender Exhaustor würde also mit der Gasproduction keinen gleichen Schritt halten und bald zu viel, bald zu wenig Gas fortschaffen; was im ersten Falle ein Vacuumsaugen und dadurch jedenfalls ein Eindringen von Luft in die Retorte und eine Verringerung der Qualität des Gases, im zweiten Falle aber eine Stagnation zur Folge haben müßte. Es bedarf daher neben des Exhaustors noch einer zweiten Vorrichtung, welche den Gang des Exhaustors reguliren und dadurch den genannten Uebelständen entgegenwirken soll.

In Hinsicht auf die Schwankungen in der Gasentwickelung je nach der Zahl der gerade arbeitenden Retorten sucht man sich zunächst durch einen schnelleren oder langsameren Gang des Motors, welcher den Exhaustor bewegt, zu helfen, was bei Anwendung von Kolbenexhaustoren durch Verstellung des Krummzapfens am Vorgelege, oder bei rotirenden Exhaustoren durch Anbringung von Stufenscheiben beim Riemenbetriebe bewerkstelligt wird. Betreffs der Ausgleichung der periodischen Schwankungen in dem Quantum des erzeugten Gases sind aber noch besondere Regulatoren erforderlich. Eine solche Regulirvorrichtung ist Fig. 44, 45 und 46 (nach Jahn) abgebildet; sie wirkt nicht direct auf den Exhaustor, sondern auf den Gang der Dampfmaschine ein. In dem Bassin A ist ein Schwimmer b

Fig. 44.

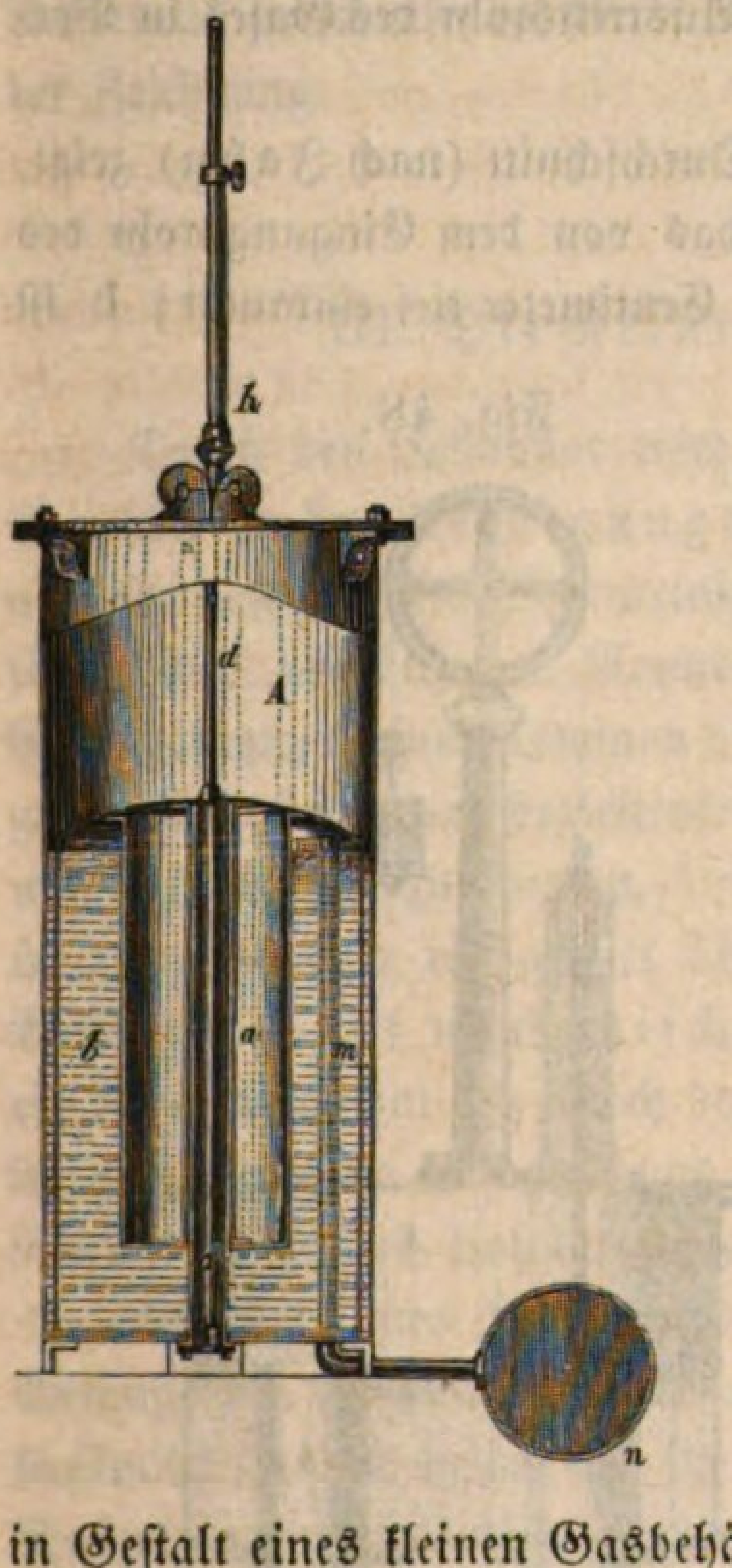


Fig. 45.

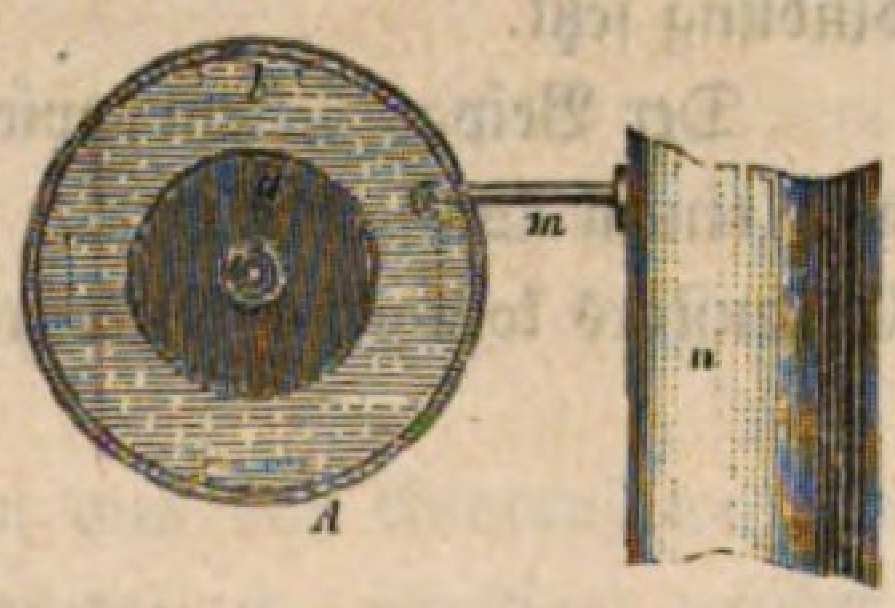
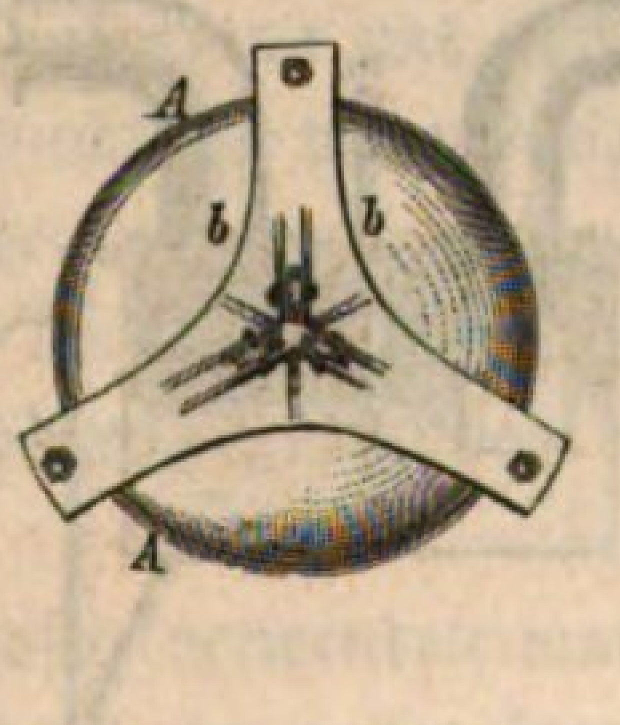


Fig. 46.



in Gestalt eines kleinen Gasbehälters angebracht, der zur Verstärkung seiner Wirkung den luftdicht geschlossenen Cylinder a trägt und durch den Stab d geführt wird. Ueber der Sperrflüssigkeit in dem Gasbehälter mündet das Rohr m, das mit dem Gasleitungsrohre n in Verbindung steht. Der Regulator steht durch die Vorrichtung h mit der Drosselklappe der Dampfmaschine in Communication. Arbeitet der Exhaustor in Vergleich zu der

Gasproduction zu langsam, so entsteht in dem Gasrohr n ein stärkerer Druck, in dessen Folge sich der Schwimmer b etwas hebt und die Drosselklappe etwas mehr öffnet, wodurch die Maschine schneller läuft und somit auch den Aspirator in größere Rührigkeit versetzt. Saugt dagegen der Exhaustor zu schnell, so wird durch Sinken des Schwimmers die Drosselklappe des Motors sich schließen und die Kolbengeschwindigkeit vermindert werden.

Außer dem Regulator sind jedoch noch andere Apparate erforderlich, welche dem Gase, für den Fall eines unvorhergesehenen Stillstehens des Exhaustors und einer Reparatur des Motors, Fortgang verschafft, ohne daß dasselbe genöthigt wäre, durch den Exhaustor zu gehen. Diese Apparate, welche man in der Gastechnik mit dem Namen Beipaß bezeichnet, befinden sich, da sie unabhängig von anderen Apparaten wirken müssen, in einer Röhrenleitung, welche das Ein- und Austrittsrohr des Gases in Verbindung setzt.

Der Beipaß besteht, wie Fig. 47 im Durchschnitt (nach Jahn) zeigt, aus einem Wasserbehälter A, in welchen das von dem Eingangsrohr des Exhaustors kommende Nebenrohr a 10—20 Centimeter tief eintaucht; b ist

Fig. 48.

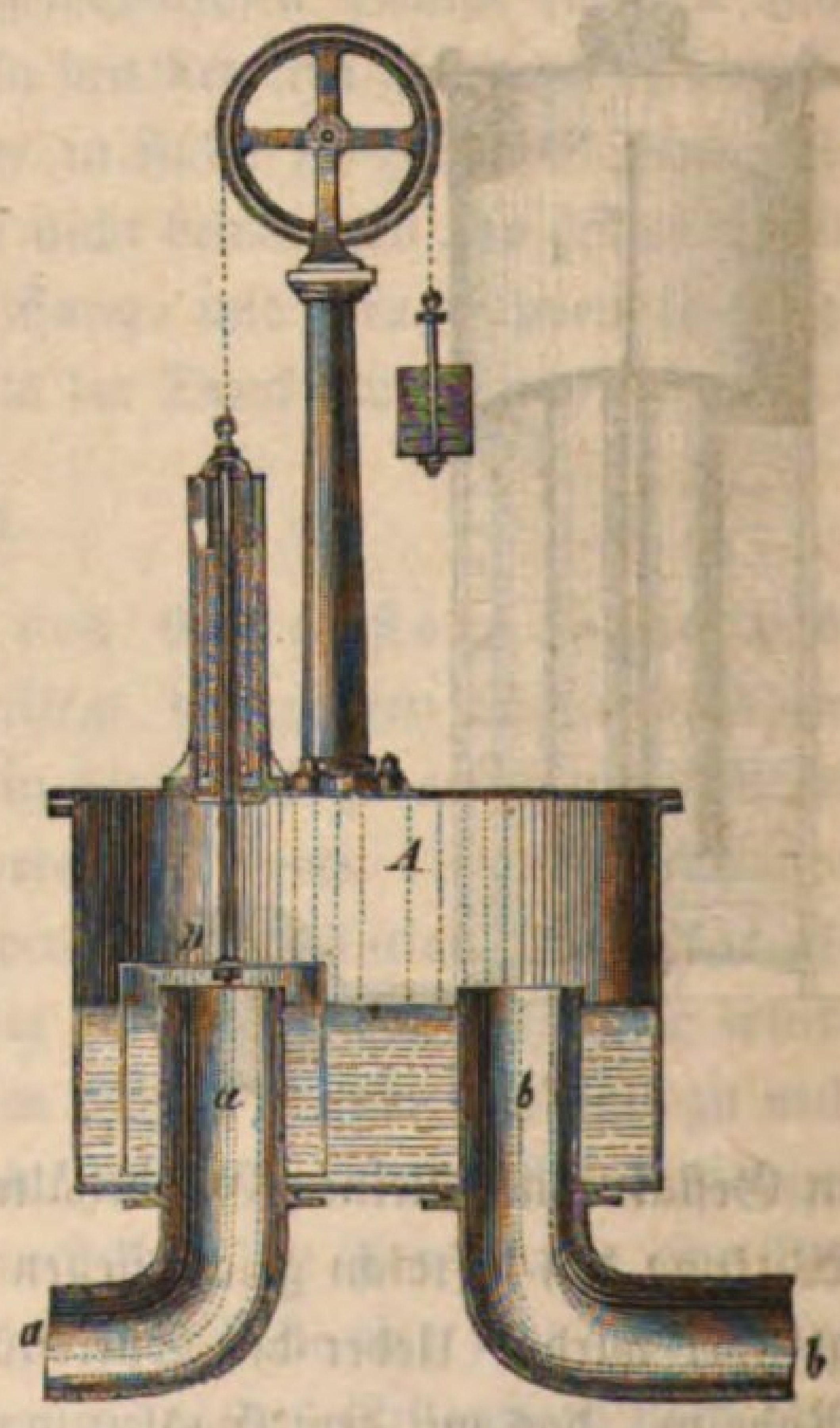
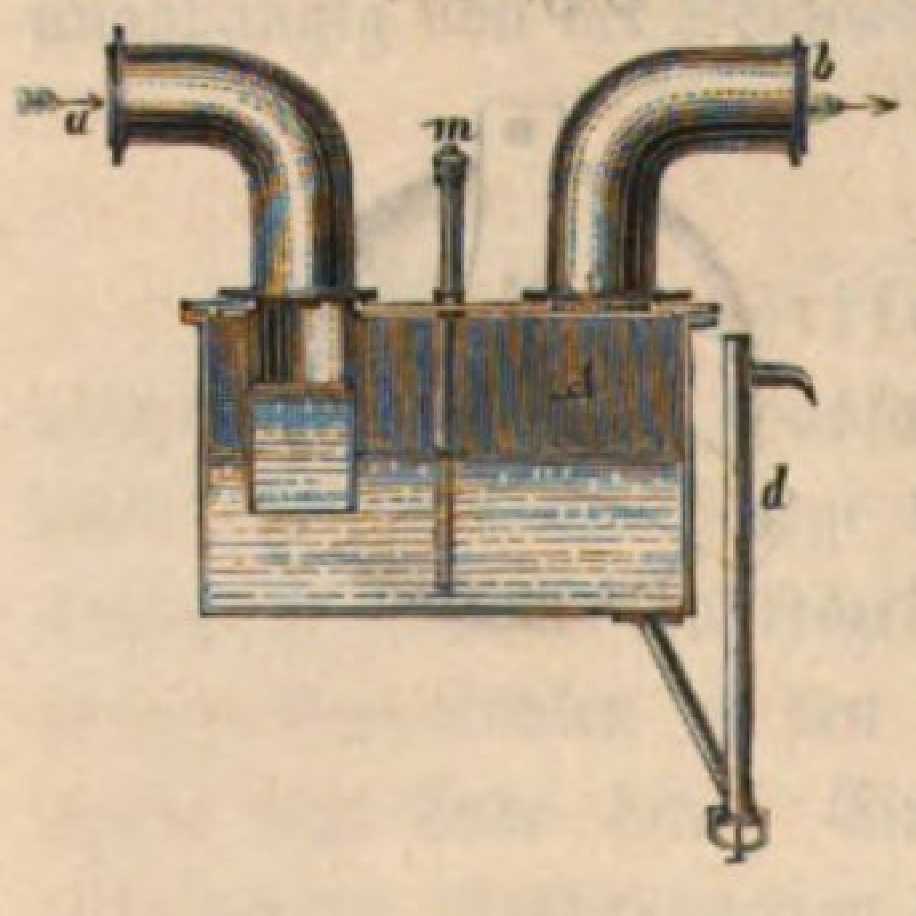


Fig. 47.



das mit dem Austrittrohre des Exhaustors verbundene Rohr, d das Wasserstandrohr, m das zum Füllen dienende Rohr. Bei regelrechtem Exhaustor-

gange ist der Druck in dem Rohr a gleich Null, das Rohr b steht dagegen unter dem Druck des Gasometers, in dessen Folge das Wasser in dem Rohre a so weit steigt, daß es dem Gasometerdruck das Gleichgewicht hält und dem Gase das Ausströmen verwehrt. Im Fall eines unerwarteten Stillstehens des Exhaustors, verdrängt der im Rohre a entstehende Ueberdruck das Sperrwasser und das Gas kann durch den Apparat strömen.

Bei einer andern Art von Beipaß, welche Fig. 48 (nach Jahn) im Durchschnitt zeigt, wird das vom Eingangsrohr des Exhaustors kommende Nebenrohr a durch eine balancirte Glocke D hydraulisch abgesperrt; tritt in dem Eingangsrohr ein Ueberdruck ein, so wird die Glocke gehoben und dem Gase freier Durchgang durch den Apparat gestattet; nach aufgehobenem Ueberdruck verschließt die Glocke das Rohr a. Alles Uebrige ergiebt sich aus der Zeichnung.

§. 125.

III. Die Reinigung des Leuchtgases.

Durch den Exhaustor wird das Gas nun aus dem Condensator und Scrubber in den Reinigungsapparat (épurateur, *purifier*) geführt, um hier von gewissen Verunreinigungen wie Schwefelwasserstoff und Kohlensäure und verschiedenen Ammonverbindungen wie kohlensaurem Ammon, Cyanammon, Schwefelammon (sowie auch den das Ammoniak in dem nicht gereinigten Leuchtgas begleitenden organischen Basen, dem Anilin, Lepidin und dgl.) befreit zu werden. Zwar ist in dem Condensator und noch mehr in dem Scrubber ein großer Theil dieser, das Leuchtgas verunreinigenden Bestandtheile auf mechanischem Wege aus dem Gase entfernt worden, ein Theil davon hat sich jedoch der Verdichtung und der Wirkung des Wassers in dem Scrubber entzogen und muß nun auf chemischem Wege in den Reinigern auf das Vollständigste entfernt werden.

Als chemisches Reinigungsmittel des Leuchtgases verwendete man vom Anfange an Aetzkalk[1]), dessen Anwendung theils in nasser Form als Kalkmilch, theils in trockner Gestalt als feuchtes Kalkhydrat erfolgt. Der Reiniger mit Kalkmilch (*wet-lime-purifier*), so wie er von Clegg in die Gasindustrie eingeführt und länger als 10 Jahre der allein angewandte Reinigungsapparat war, bestand aus cylindrischen Gefäßen aus

---

[1]) Im Jahre 1851 suchte Frankland das Aetznatron anstatt des Aetzkalkes zum Reinigen des Gases einzuführen.

Gußeisen mit Kalkmilch angefüllt, durch welche das zu reinigende Gas strömte. Die Kalktheilchen mußten durch eine Rührvorrichtung in steter Bewegung erhalten werden. Ein heberförmig gebogenes Rohr, welches mit einem Hahn oder mit einem Ventil versehen war, diente zum Ablassen der gesättigten Kalkmilch und zur neuen Füllung des Apparates. Die Kalkmilch nahm die Kohlensäure und den Schwefelwasserstoff, und auch einen namhaften Theil des Ammoniaks auf. Da aber in dem Reiniger mit Kalkmilch das Gas in Blasen durch die Kalkmilch steigt und diese Gasblasen bei schneller Gasentwickelung eine ziemliche Größe annehmen, so ist es nicht zu vermeiden, daß einzelne Gastheile mit der Reinigungsflüssigkeit nicht in Berührung kommen, was ein wiederholtes Hindurchleiten durch die Kalkmilch erforderlich macht. Ein anderer Uebelstand der nassen Reinigung bestand darin, daß durch das Durchpassiren des Gases durch die mehr oder minder hohe Flüssigkeitsschicht der Druck auf die Retorte beträchtlich zunahm, weshalb ihre Anwendung in der Praxis Unbequemlichkeiten mancherlei Art im Gefolge hatte.

Um dem Uebelstand, daß durch die spannende Kalkmilch die Druckverhältnisse sich erhöhten, zu begegnen, construirte Blochmann bereits im Jahre 1823 einen nassen Reiniger, der sich in der Form wesentlich von dem Clegg'schen unterschied und im Laufe der Zeit noch mannigfache Verbesserungen erfuhr. Er besteht[1]) aus einem gußeisernen viereckigen Kasten mit halbcylindrischem Boden. An einer im Innern dieses Kastens horizontalen Welle, welche mit einem conischen Rade mit Trieb versehen ist, sitzen zwei schaufelradähnliche Trommeln, welche durch sechs nach der Kreisevolvente gebogene Schaufeln in sechs gleiche Räume (Schöpfkästen) getheilt sind. Ein jeder dieser Räume communicirt durch eine Oeffnung an der Basis mit einem in der Trommelaxe liegenden Cylinder, der gleichfalls in sechs Räume getheilt ist, welche ihre Oeffnung am hintersten Ende der Trommel haben. Der Deckel des Apparates ist an der inneren Seite mit einem sargdeckelähnlichen, durch eine Scheidewand in zwei Abtheilungen gebrachten Blechansatz versehen, welcher die Trommeln einschließt, während ein zweiter mantelartiger Ansatz den hydraulischen Verschluß des Deckels vermittelt. Die Trommeln tauchen bis zu $^2/_3$ ihres Durchmessers, der sargdeckelähnliche Blechansatz etwa 10 Centimeter in die Kalkmilch ein, mit welcher der Apparat gefüllt ist; erstere werden nun mittelst eines Motors in Bewegung gesetzt.

Das Gas, welches gereinigt werden soll, geht durch den Deckel in den

[1]) Vergl. Wagners Jahresbericht 1860 p. 592.

vordern Raum der Trommel, wird durch die rotirende Trommel aufgenommen und unter die Kalkmilch gedrückt. Sobald es den tiefsten Punkt erreicht hat, gelangt das Gas in den mit der Abtheilung der Trommel correspondirenden Theil des inneren Cylinders und dann nach der zweiten Abtheilung des erstgenannten Ansatzes. Ist das Gas durch die zweite Trommel gegangen, so geht es in den Zwischenraum des ersten und des zweiten Ansatzes und verläßt durch das Ableitungsrohr den Apparat, welcher, da er ununterbrochen saugt und dadurch den Druck in den Retorten vermindert, als eine Combination eines Exhaustors mit einem Wasch- und Reinigungsapparat betrachtet werden kann.

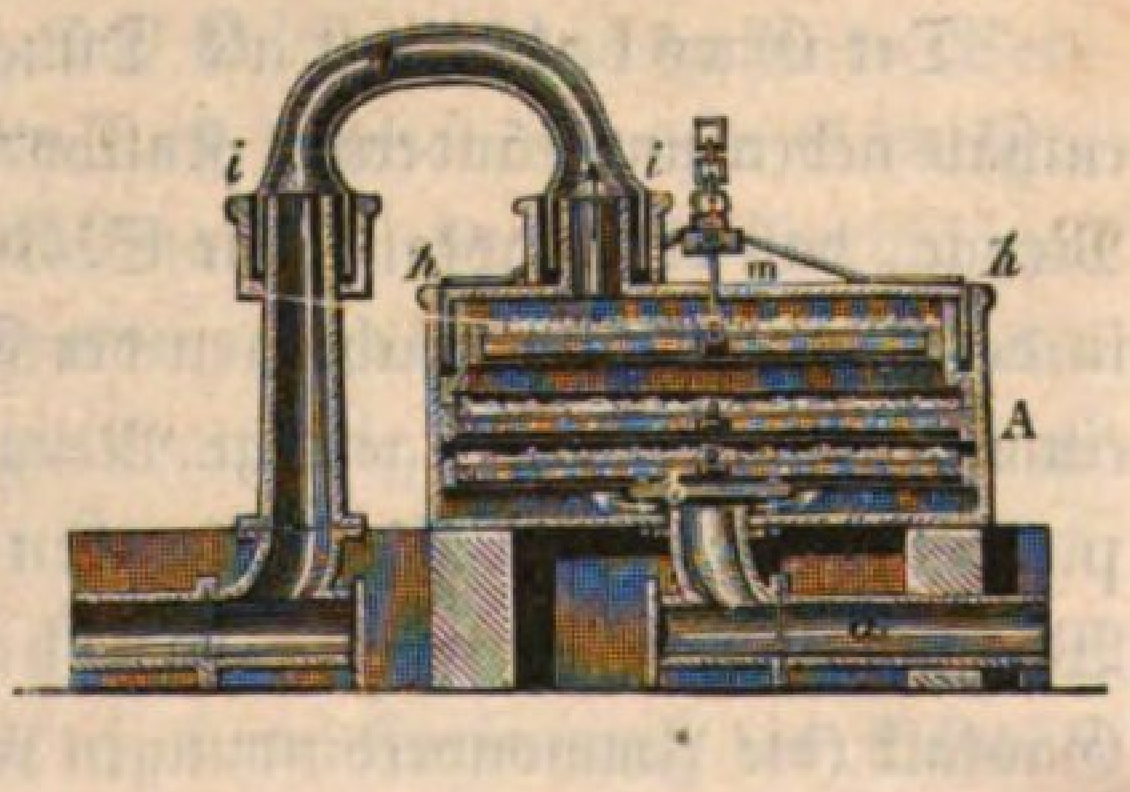
D'Arcet empfahl die Cagniardelle (archimedische Schraube) bei der nassen Kalkreinigung anzuwenden; das Gas soll von derselben oberhalb geschöpft und durch die Kalkmilch hindurchgeführt werden, durch welche es hierauf unterhalb austretend nochmals hindurchgehen muß.

§. 126.

Die nasse Reinigung mit Kalkmilch hat in den meisten Gaswerken der trocknen Reinigung durch trockenes oder angefeuchtetes Kalkhydrat weichen müssen, weil letztere in Folge der vollkommeneren Reinigung, ohne daß der Druck bedeutend sich steigert, große Vortheile darbietet. Um den pulverförmig gelöschten Kalk zu lockern und den Durchgang des zu reinigenden Gases durch denselben zu erleichtern, vermengt man ihn mit Häcksel, Sägespänen, erschöpfter Gerberlohe, erschöpften Farbholzspänen, Moos u. s. w. Solche Mischungen sind so locker, daß man sie in Schichten von 15—20 Centimeter Dicke auf die Siebe bringen kann, ohne daß sie einen namhaften Widerstand leisten, und daß sie, in fünf Schichten, eine jede von 20 Centimeter Dicke innerhalb eines Reinigers ausgebreitet, nicht viel mehr als einen Wasserzoll Druck in Anspruch nehmen.

Die Form der trocknen Reiniger war anfangs cylindrisch, doch gab man sehr bald der quadratischen oder oblongen Form den Vorzug. Fig. 49 zeigt den Verticaldurchschnitt eines viereckigen Reinigers (auch Fig. 35 stellt durch M den Durchschnitt eines solchen dar). Der Kasten A des Reinigers ist aus gußeisernen, mittelst Schrauben verbundenen Plat-

Fig. 49.



ten hergestellt, der Deckel m besteht aus genietetem Eisenblech und ist mit Theeranstrich versehen; das Kalkhydrat wird entweder auf Drahtnetzen oder geflochtenen Horden, welche auf vorspringenden Leisten im Reiniger ihre Stütze finden, oder in eiserne oder hölzerne Kästen, deren Boden aus Drahtgeflecht gebildet sind, eingelegt. Die Horden der Kästen sind in Zwischenräumen von ungefähr 0,3 Meter übereinander eingesetzt. Der Deckel des Reinigers ist durch hydraulischen Verschluß gedichtet; zu dem Ende ist rings um die Wände des Reinigers oben eine Rinne h, welche mit Wasser gefüllt und in welche der Deckelrand eingestülpt ist. Das Rohr a führt das zu reinigende Gas zu; über der Mündung desselben befindet sich eine eiserne Platte, um das Hineinfallen von Kalk zu verhindern; durch das Rohr t wird das gereinigte Gas abgeleitet. Letzteres Rohr ist knieförmig; seine beiden Enden ruhen in mit Wasser gefüllten Rinnen i i, wodurch ein hydraulischer Verschluß gebildet wird.

Behufs der vollständigen Reinigung des Gases wird gewöhnlich ein System von mehrern — vier — Reinigern angewendet, von denen je drei im Betriebe sind, in der Weise, daß das Gas nach einander alle drei Reiniger passirt; inzwischen wird der vierte Reiniger entleert und mit frischem Kalk beschickt. Um den Kalk möglichst auszunutzen, ist in der Aufeinanderfolge der Reiniger ein bestimmter Turnus eingeführt; das zu reinigende Gas tritt zunächst in jenen Reiniger, welcher am längsten schon im Betriebe ist, hierauf durch den nächsten, minder gesättigten Kalk und endlich durch den zuletzt gefüllten Reiniger, dessen frischer Kalk die letzten Antheile von Kohlensäure und Schwefelwasserstoff aufnimmt. Ein einfacher Apparat, der von Clegg erfundene Wechselhahn gestattet, diesen Wechsel in der Reihenfolge der Reiniger hervorzubringen.

Was die Menge Kalk betrifft, welche zum Reinigen eines bestimmten Quantums Gas erforderlich ist, so beträgt dieselbe auf 1000 Cubikfuß (engl.) Gas aus Newcastle-Kohlen durchschnittlich 2,6 Kilogramm (im ungelöschten Zustande).

Der Gaskalk dient als Düngemittel oder als Wegbaumaterial. Er enthält neben unverändertem Kalkhydrat Calciumsulfhydrat in so bedeutender Menge, daß der Gaskalk (wie S. 30 angeführt worden ist) in neuerer Zeit in der Gerberei zum Enthaaren der Felle angewendet wird, wobei das Calciumsulfhydrat durch geringe Mengen von Calciumcyanür (vergl. Bd. I p. 469; 100 Kilogr. Gaskalk geben 12—15 Kilogr. Berlinerblau) in seiner Wirkung unterstützt wird. Graham fand bei der Analyse von trocknem Gaskalk (die Ammonverbindungen waren vorher durch den Scrubber entfernt

worden), in welchem durch längeres Verweilen an der Luft die Schwefelcalciumverbindungen oxydirt worden waren:

Schwefelsauren Kalk	2,80
Schwefligsauren Kalk	14,57
Unterschwefligsauren Kalk	12,30
Kohlensauren Kalk	14,48
Aetzkalk (ohne Wasser)	17,72
Wasser	32,28
Schwefel	5,14
Sand	0,71
	100,00

Es ist vorgeschlagen worden, dem Kalk, welcher zur Beschickung der trocknen Reiniger dient, etwas calcinirtes Glaubersalz zuzusetzen, wobei Gyps sich bildet, während das Natron den Schwefel aufnimmt und Natriumsulfhydrat giebt, das durch Auslaugen mit Leichtigkeit aus dem Gemenge entfernt werden kann. Die Lauge wird durch Eindampfen und Rösten des Rückstandes wieder in Glaubersalz übergeführt.

§. 127.

Die Anwendung des Kalkes als Reinigungsmittel des Gases erwies sich, wie die Erfahrung bald zeigte, als nicht genügend. Werden auch durch den Kalk Schwefelwasserstoff und Kohlensäure entfernt, so bleibt doch das Ammoniak zurück, welches in den Verbrennungsproducten des Leuchtgases in störender Weise sich bemerklich macht. Die beim Verbrennen von ammoniakhaltigem Leuchtgase sich bildende salpetrige Säure übt auf gewisse metallene Gegenstände in kurzer Zeit einen merklichen nachtheiligen Einfluß aus. Man wurde deshalb zur vollständigeren Reinigung des Leuchtgases gezwungen.

Es lag ziemlich nahe, zur Absorption des Ammoniaks, so wie zur Zersetzung der Ammonverbindungen (Schwefelammon, Cyanammon, Schwefelcyanammon) Säuren oder Metallsalze anzuwenden. Und in der That treffen wir bereits im Jahre 1816 von D'Arcet ausgehende Vorschläge, das vom Ammoniak zu befreiende Gas durch verdünnte Schwefelsäure zu leiten. Bis gegen das Jahr 1840 hat man jedoch die Vorschläge, Säuren zum Reinigen des Gases anzuwenden, wenig beachtet und zwar hauptsächlich wol deshalb nicht, weil man auf die hierbei sich bildenden Ammoniaksalze ein zu geringes Gewicht legte. Obgleich schon im Jahre 1835 Houzeau-Muiron den durch Verwittern von Pyrit und von Vitriolkies erhaltenen unreinen Eisenvitriol zur Entfernung des Schwe-

felammons aus dem Leuchtgase vorgeschlagen und angewendet hatte, so wurden doch erst von Mallet 1840 die Metallsalze und besonders das in den Chlorkalkfabriken in großer Menge sich bildende Manganchlorür, ferner das Eisenchlorür und der Eisenvitriol zum Reinigen des Gases in die Gastechnik eingeführt. Später hat man das in den Zeugdruckereien abfallende schwefelsaure Bleioxyd, dann auch Chlorblei und in neuerer Zeit endlich Kupfervitriol zum Reinigen des Gases in Vorschlag gebracht.

Im Jahre 1857 wurde von W. Marriot und D. Sugden wieder auf die Schwefelsäure als Absorptionsmittel aufmerksam gemacht, nur war die Art der Anwendung eine andere. Die Genannten benutzen nämlich Apparate nach Art der trocknen Kalkreiniger, mithin Kästen mit Horden, auf denen eine die Schwefelsäure enthaltende lockere Masse ausgebreitet ist. Die Masse besteht aus 100 Th. Sägespänen und 168 Th. Schwefelsäure von 1,425 spec. Gew., welche bis auf ungefähr 120° erhitzt wurde, so daß die Sägespäne verkohlt werden und die Kohle die Schwefelsäure absorbirt. Unmittelbar auf die Horden bringt man eine derartige Masse, die schon gebraucht und mit Ammoniak gesättigt ist, also die Horden nicht angreifen kann und auf diese frische Masse.

Weit wichtiger als alle vorstehenden Reinigungsmethoden ist das von R. Laming im Jahre 1847 in die Gasbeleuchtungstechnik eingeführte Laming'sche Mittel. Die ursprüngliche Vorschrift bestand in einer Mischung von Eisenchlorür mit Aetzkalk oder Kreide, welche, um die Masse lockerer zu machen, mit Sägespänen versetzt werden sollte. Das Eisenchlorür zerlegt sich mit dem Kalk oder der Kreide zu Eisenoxydul (reinem oder kohlensaurem) und Chlorcalcium; die zuerst schwarzgrüne Farbe der Mischung geht durch Oxydation an der Luft in Roth über und man hat dann ein Gemisch von Eisenoxyd und Chlorcalcium. Anstatt des Eisenchlorürs wendet man bei der Bereitung der Mischung jetzt allgemein Eisenvitriol an, welchen man mit gelöschtem und gesiebtem Kalk und mit $^1/_5$ bis $^1/_4$ des ganzen Volumens der Masse an Sägespänen mengt. Hierauf wird die Masse flach ausgebreitet und mit Wasser benetzt. Man überläßt nun die Masse sich selbst 24 Stunden lang, nach welcher Zeit sie zum Gebrauche geeignet ist. Die Anwendung der Masse erfolgt in den trocknen Reinigern.

Die Wirkungsweise der Mischung auf den Schwefelwasserstoff, das Ammoniak und die Kohlensäure des zu reinigenden Gases ist folgende:

Laming'sches Mittel	=	Eisenoxyd Fe_2O_3 Chlorcalcium 2 Ca Cl	und	Schwefelwasserstoff 3HS Ammoniak 2 NH_3 Kohlensäure 2 CO_2

bilden

Schwefeleisen 2 FeS Schwefel S Salmiak 2 NH_4Cl	und	kohlensauren Kalk 2 CaO, CO_2 Wasser HO

Das benutzte Mittel enthält demnach Schwefeleisen, Schwefel, Salmiak und kohlensauren Kalk. Bringt man es an die Luft, so oxydirt sich das Schwefeleisen zu Eisenvitriol, welches sich aber mit dem neugebildeten kohlensaurem Kalk in kohlensaures Eisenoxydul und Gyps umsetzt; ersteres geht durch weitere Oxydation in Eisenoxyd über und man hat dann genau das ursprüngliche Gemenge, nur ist das Chlorcalcium durch Gyps ersetzt, welches übrigens bei ursprünglicher Anwendung von Eisenvitriol statt des Eisenchlorürs auch anfänglich in dem Gemenge enthalten ist. Der Gyps zerlegt das kohlensaure Ammoniak genau so wie es das Chlorcalcium thut.

Ist das Laming'sche Mittel längere Zeit im Gebrauche gewesen, so nimmt seine Wirkung, namentlich in Betreff der Bindung der Kohlensäure ab, was sich zum Theil durch eine Verringerung der Oberfläche, indem durch den entstandenen Gyps die Masse zu Kugeln sich ballt, erklären läßt[1]). Durch zeitweiliges Sieben und Walzen der Ballen läßt sich dieser Uebelstand beseitigen. Theilweise sind aber auch chemische Ursachen da. Nach H. Schwarz nimmt nämlich der Ammoniakgehalt des Laming'schen Mittels allmählich zu, auch kann, wie nachstehende Analysen zeigen, der Gehalt an Cyanverbindungen (Schwefelcyancalcium und Berlinerblau) verhältnißmäßig beträchtlich werden, so daß der Gehalt an wirksamem Eisenoxyd theils in Folge der Bildung von Berlinerblau, theils durch den Umstand, daß in dem frischen Material noch viel kohlensaurer Kalk sich findet, welcher nach und nach in Gyps übergeht und der Eisenvitriol nicht mehr zerlegt wird, wesentlich sich verringert.

Bei der Analyse des gebrauchten Laming'schen Mittels ergaben sich folgende Resultate:

	a in Proc.	b in Proc.	c in Proc.	d in Proc.
Feuchtigkeit	31,50	28,10	22,45	20,50
Eisenoxyd	14,13	11,56	7,96	7,90
Berlinerblau	Spur	0,146	2,81	2,33

[1]) Nach Schilling (Handbuch der Steinkohlengasbeleuchtung, München 1860 p. 59) scheint das allmähliche Nachlassen in der Wirksamkeit des Laming'schen Mittels theils in der Ansammlung von ausgeschiedenem Schwefel (in einem Falle fanden sich darin 37,3 Proc. Schwefel), theils aber auch darin seinen Grund zu haben, daß die einzelnen Theilchen im Laufe der Zeit mit einer schmierigen Hülle überkleidet werden, welche den Zutritt des Gases absperrt.

	a. in Proc.	b. in Proc.	c. in Proc.	d. in Proc.
Schwefelcyancalcium . .	0,130	0,320	3,13	4,17
Schwefelsaures Ammoniak	0,126	0,442	0,449	0,70

a war zwei Mal gebrauchtes, sonst frisches Material, b und c längere Zeit im Gebrauche befindliches, d fast unbrauchbar gewordenes Material.

Für die Dauer der Wirkung des Laming'schen Mittels ist es vortheilhaft, die Masse von Zeit zu Zeit mit Wasser auszulaugen, um die Ammoniaksalze zu entfernen. Zu dieser Arbeit bedient man sich mit Vortheil eines Fasses mit doppeltem Boden, von denen der obere durchlöchert ist und mit Stroh belegt wird, ehe die auszulaugende Masse in das Faß gebracht wird. Das auf die Masse zu bringende Wasser sammelt sich im Zwischenraum beider Böden an und wird durch einen Hahn abgelassen. Jahn hat eine und dieselbe Menge der obigen Mischung neun Jahre ununterbrochen benutzt, ohne eine große Schwächung der Wirkung wahrgenommen zu haben. Wie die Erfahrung gelehrt hat, ist ein Cubikfuß der Laming'schen Mischung zur Reinigung von 2000 — 3000 Cubikfuß Gas ausreichend. Um die Absorption der Kohlensäure zu sichern, ist es rathsam, daß eine oder zwei Horden oder Rahmen (die letzten) mit feuchtem Kalkhydrat beschickt werden.

Howitz (in Copenhagen) verwendet zum Reinigen des Leuchtgases ein Gemenge von Sumpf- oder Raseneisenstein mit erschöpfter Eichenlohe, Leslie eine Lösung von Kupfervitriol, womit Hobel- oder Sägespäne getränkt werden, durch welche das zu reinigende Gas zu streichen hat.

In neuester Zeit hat Bowditch, welcher nachgewiesen haben will, daß das vom Schwefelwasserstoff vollkommen befreite Leuchtgas noch geschwefelte Kohlenwasserstoffe — in Londoner Gas fanden sich in 1 Cubikmeter noch 0,45 Grm. Schwefel (in 1000 Cubikfuß fast 16 Grm.) — enthalte, vorgeschlagen, Thon anzuwenden. Man habe die gewöhnlichen Reiniger zunächst mit Thon zu beschicken, um den Schwefel aus dem „geschwefelten Naphtalin" frei zu machen, dann das Gas behufs der Zersetzung der Schwefelwasserstoffe und der unreinen Naphtalinverbindung über heißen Kalk zu leiten, und endlich den Schwefelwasserstoff zu entfernen. Dabei wird das Schwefelcyanammon durch den heißen Kalk unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff ebenfalls zersetzt. Es liegen noch keine Erfahrungen über den Werth oder Unwerth der von Bowditch gemachten Vorschläge vor [1]).

---

[1]) Eine andere Reinigungsmethode des Leuchtgases von Bowditch, von welcher eine Illustration auf der Ausstellung in London 1862 zu sehen war, besteht darin, das zu reinigende Leuchtgas über bis auf 200 — 300° erhitzten Kalk zu leiten, wobei die schwefelhaltigen Kohlenwasserstoffe unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff zersetzt werden, welcher letztere dann durch Eisenoxyd absorbirt wird.

Es dürfte hier am Platze sein, über den Schwefelkohlenstoff im Leuchtgase zu sprechen, dessen Vorkommen darin von einer Seite behauptet, von der anderen Seite aber geleugnet wird. Daß bei der trockenen Destillation einer pyritbaltigen Kohle die Bedingungen der Bildung von Schwefelkohlenstoff gegeben sind, unterliegt nicht dem geringsten Zweifel, eben so gewiß ist es aber auch, daß der Schwefelkohlenstoff bei höherer Temperatur mit Schwefelammonverbindungen zusammengebracht in Schwefelcyanammon übergeht. Letzteres ist daher, soweit es im Leuchtgase sich findet, vielleicht als ein Zersetzungsproduct des Schwefelkohlenstoffs zu betrachten. Zur Auffindung des Schwefelkohlenstoffs im Kohlengase wendet A. Vogel ein Verfahren an, welches darin besteht, das Gas durch eine alkoholische Kalilösung streichen zu lassen, wobei sich der Schwefelkohlenstoff durch die Bildung von xanthogensaurem Kali (KO, C_4H_5O, 2 CS_2) verräth, welches an dem zeisiggrünen Niederschlage, den es mit Kupfersalzen giebt, erkannt werden kann [1]). A. W. Hofmann (in London) giebt ein besseres Mittel an, den Schwefelkohlenstoff aufzufinden. Letzterer bildet nämlich mit Triäthylphosphin [$C_{12}H_{15}P = (C_4H_5)_3 P$] eine in rubinrothen Prismen krystallisirende Verbindung. Löst man 5 Tropfen Triäthylphosphin in Aether und leitet durch diese Lösung Steinkohlengas, so färbt sich der Aether roth, und später, wenn der letztere verdunstet ist, findet man den Apparat mit einem Netzwerk der rubinrothen Krystalle überkleidet. Bei der Verbrennung von 100 Cubikmetern gereinigten Londoner Kohlengases erhielt Hofmann eine 21 bis fast 24 Grm. Schwefel entsprechende Menge schwefliger Säure, welche er dem Schwefelkohlenstoff des Gases zuschreibt (Bowditch dagegen setzt diese schweflige Säure auf Rechnung des in dem gereinigten Gas enthaltenen geschwefelten Naphtalins, wie oben bemerkt wurde). F. Storer bezweifelt, daß die Gegenwart des Schwefelkohlenstoffes in dem Leuchtgase bis jetzt auf überzeugende Weise dargethan sei; bei allen Steinkohlengasproben, welche er dem Versuche unterwarf, hat er schwefelhaltige Verbindungen getroffen, aber (abgesehen von dem Schwefelwasserstoff) nur das Schwefelcyanammon auf bestimmte Weise nachweisen können. Er giebt die Möglichkeit des Vorkommens von Schwefelkohlenstoff in dem Steinkohlengase zu, behauptet aber, daß dieser Stoff darin noch nicht nachgewiesen sei.

---

[1]) R. Böttger (Jahresbericht des physik. Vereines zu Frankfurt pro 1852 — 53 p. 25) fand nach diesem Verfahren im gereinigten Steinkohlengas keinen Schwefelkohlenstoff, ebensowenig als bei Anwendung von Nitroprussidnatrium.

§. 128.

Der Gasbehälter oder Gasometer (gazomètre, *gas-holder or gasometer*) hat nicht nur den Zweck, als Sammelapparat für eine größere Quantität fertigen und gereinigten Leuchtgases zu dienen, sondern auch, um durch den gleichförmigen Druck auf das in ihm enthaltene Gas, ein gleichförmiges Ausströmen aus den Brennern und in Folge dessen eine ruhige und gleich große Flamme hervorzubringen. Der Gasbehälter besteht aus drei Theilen, nämlich

1) dem Wasserbehälter oder Bassin, einem runden wasserdichten Becken mit vertikalen Wänden, zur Aufnahme des als Sperrflüssigkeit dienenden Wassers bestimmt;

2) der Glocke oder der Kuppel, dem eigentlichen Gasbehälter, welcher durch angebrachte Führungen in dem Bassin frei auf- und abbewegt werden kann;

3) den beiden Gasleitungsröhren und zwar eine für die Zufuhr, die andere für die Ableitung des Gases.

Der Wasserbehälter wurde früher gewöhnlich aus gußeisernen Platten hergestellt, deren Ränder mit durchlöcherten Flantschen versehen waren, mittelst deren sie aneinander gefügt und durch Schrauben zusammengezogen wurden, nachdem Eisenkitt dazwischen gelegt worden war. Für kleinere Gaswerke stellte man den Wasserbehälter auch wohl aus starken Blechtafeln her, die gut zusammengenietet und wie die großen Wasserbehälter mit einem Anstrich von Kohlentheer versehen wurden, oder man bediente sich auch hölzerner Bottiche. Gegenwärtig sind die gemauerten (aus Ziegel- oder Sandsteinen mit Cement verbunden) Bassins allgemein eingeführt. Der Boden der Reservoirs besteht entweder aus einer Ziegelsteinlage mit Cement, unter welcher sich eine Lage Thon oder Lehm befindet, oder es wird ein Kegel von Erde darin stehen gelassen, welcher aber ebenfalls mit einer Thonschicht oder mit einer mittelst Cement verbundenen Ziegelsteinlage überkleidet sein muß. Letztere Einrichtung hat den Zweck, die Masse des Wassers im Behälter zu vermindern.

Die Glocken oder Kuppeln werden stets aus zusammengenieteten Tafeln von Eisenblech hergestellt, die Nietfugen sind durch Theer gedichtet und die Oberfläche der Glocke allenthalben mit Theeranstrich versehen. Die Führung der Glocke suchte man früher dadurch zu bewirken, daß man die im Wasserbehälter frei sich bewegende Glocke im Mittelpunkte des Deckels an

einer über Rollen laufenden Kette aufhing, an deren anderem Ende ein Gegengewicht befindlich war, um das Gewicht des Gasometers so weit auszugleichen, daß er beim Einsinken in das Wasser nur den erforderlichen Druck auf das Gas ausübte, nicht mehr und nicht weniger. Gegenwärtig sieht man von der Balancirung ab und giebt einer durch Leitrollen bewirkten Führung den Vorzug. Die Seitenwände der Glocke hat man dadurch zu erhöhen gesucht, daß man diese nach Art der aus in einander schiebbaren Röhren gefertigten Teleskope in einander geschoben und so Gasometer construirt hat, die man mit dem Namen Teleskop-Gasometer (gazomètre à lunettes, *teleskope-gasometer*) bezeichnet hat. Durch diese Einrichtung hat man einen großen Raum für das Gas geschaffen, ohne daß bei der ersten Füllung desselben mit Gas ein entsprechend tiefes Wasserbassin nöthig wäre. Die einzelnen Abtheilungen eines solchen, von Tait zuerst empfohlenen Gasometers müssen selbstverständlich so aneinander schließen, daß kein Gas zwischen ihnen entweichen kann. Um dies zu erreichen, fertigt man den Gasbehälter aus einer Glocke, deren unterer Rand nach außen aufgebogen ist und aus einer oder aus zwei mantelartigen Verlängerungen, welche beim Aufwärtsbewegen der Glocke sich mit ihren oberen nach innen umgebogenen Rändern in einander einhaken. Die auf diese Weise entstehenden Rinnen werden mit Wasser oder Theer gefüllt, wodurch ein gasdichter Verschluß erzielt wird. Fig. 50 zeigt die Einrichtung eines gewöhnlichen Gasometers, Fig. 51 dagegen die eines Teleskop-Gasometers.

Von den beiden Gasleitungsröhren führt die eine, die Zuleitungsröhre (tube d'arrivie du gaz, *inlet-pipe*) das Gas zu, die andere, das Abführungsrohr (tube de sortée du gaz, *outlet-pipe*) das Gas nach dem Consumtionsorte ab. Die Röhren sind von Gußeisen und münden entweder beide über dem Niveau der Sperrflüssigkeit (wie in Fig. 50 und 51), oder wie bei dem von Pauwels construirten Gasometer mit gegliederten Röhren (gazomètre à tubes articulés), wie Fig. 52 zeigt, in dem Deckel der Glocke. Dadurch entgeht man der Gefahr, daß die im Wasserbehälter aufsteigenden, nur wenig über das Niveau der Sperrflüssigkeit sich erhebenden Röhren (s und s' in Fig. 50), durch zufällige Umstände mit Wasser sich füllen könnten, wodurch dann der Gasabfluß gehemmt wäre und alle Gasflammen plötzlich verlöschen würden. Wie die Zeichnung, zu deren Verständniß eine nähere Beschreibung nicht nöthig ist, zeigt, wird hier der Zu- und Abfluß des Gases durch gegliederte Röhren vermittelt, welche von der oberen Decke des Gasometers aus mit den übrigen Röhrenleitungen communiciren. Für den Abschluß der Röhren werden hydraulische Abschlußhähne angewendet.

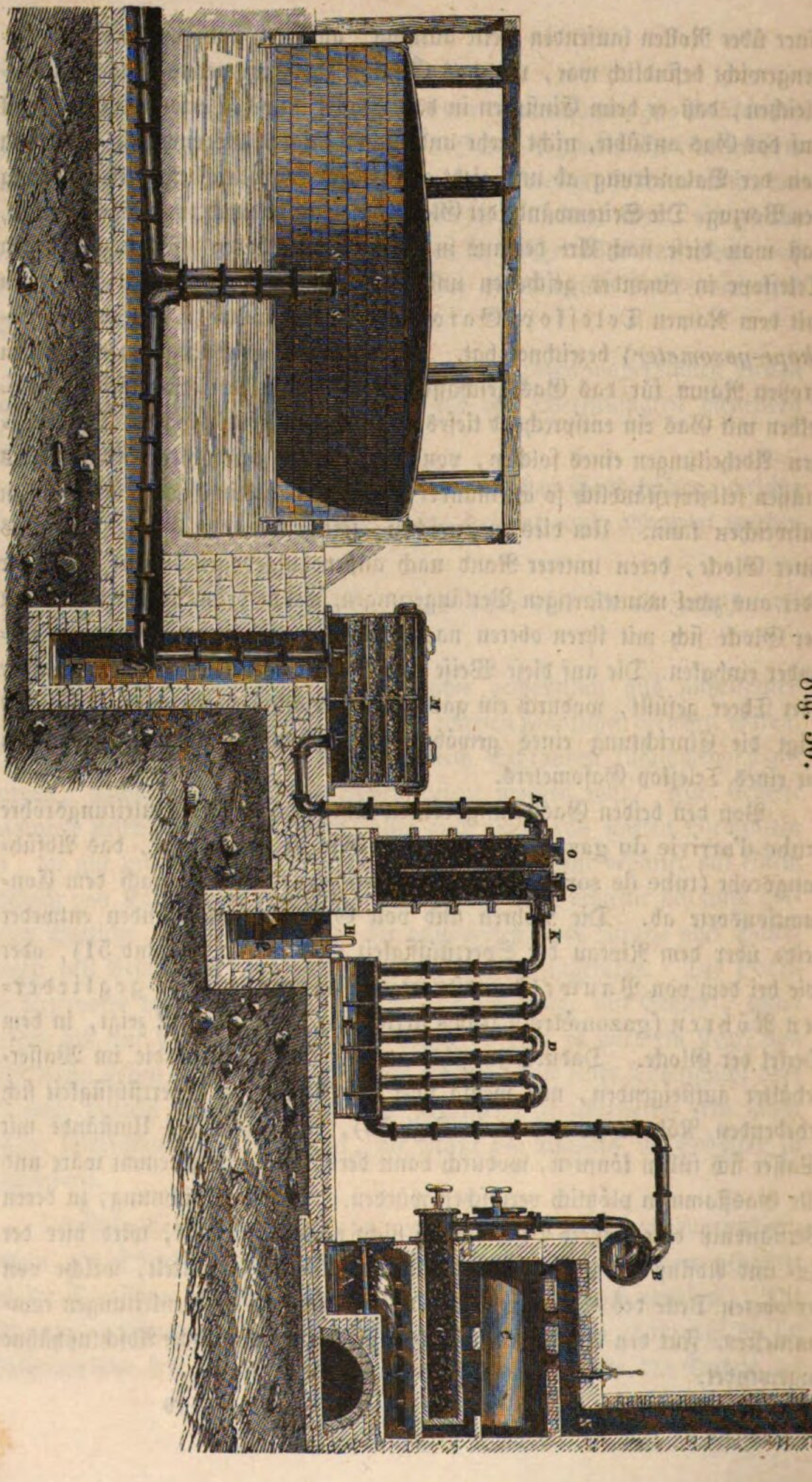
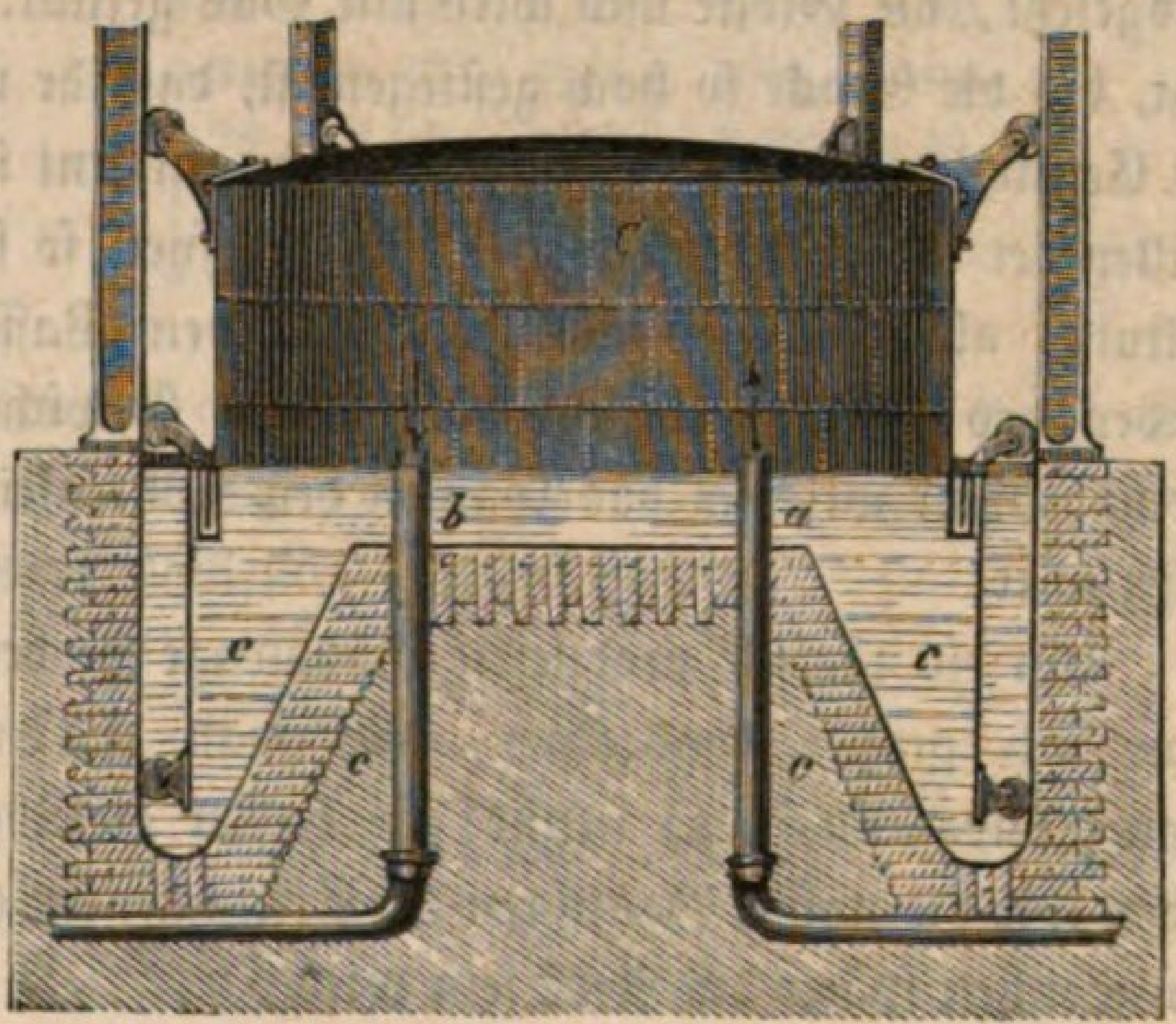


Fig. 50.

Eine Scala, mit welcher jeder Gasbehälter versehen ist, giebt den Stand der Glocke und mithin auch den Gasinhalt derselben an.

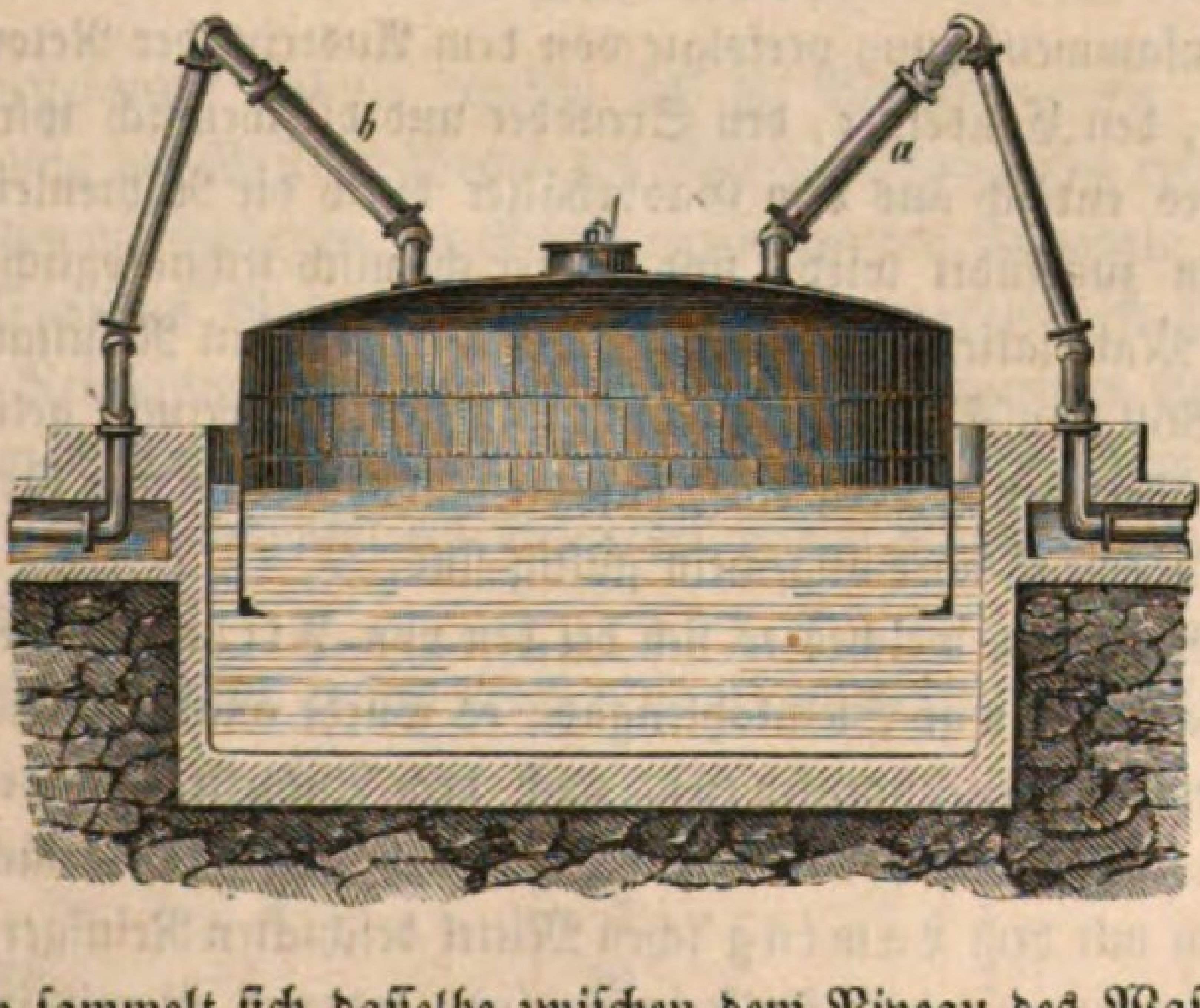
Der kubische Inhalt des Gasometers ist sehr verschieden und variirt von 1000 — 2000 Cubikfuß bis zu solchen von über 45 Meter Durchmesser und 20 Meter Höhe, welche über 1 Million Cubikfuß Gas fassen. Nach der von Riedinger aufgestellten Regel soll der cubische Inhalt der Glocke dem 2 bis $2^1/_2$fachen Betrag des täglichen Mittels aus dem Jahresconsum entsprechen.

Fig. 51.



Das Füllen des Gasometers geht auf folgende Weise vor sich. Ist das Austrittsrohr des Gasbehälters geschlossen und strömte durch das Zufuhrrohr

Fig. 52.



Gas ein, so sammelt sich dasselbe zwischen dem Niveau des Wassers und der gewölbten Decke des Gasbehälters an und erleidet eine Pressung, welche auf die Oberfläche des Wassers wirkt, in deren Folge das Wasser in der Glocke

sinkt und außerhalb derselben in dem Wasserbehälter steigt. Hat das Wasser in dem Raume zwischen der Wandung des Wasserbehälters und der Glocke die Höhe erreicht, bei welcher der Wasserdruck dem Gewichte der im Wasser stehenden Glocke gleich ist, so hebt sich, ferneres Zuströmen des Gases vorausgesetzt, die Glocke und wird mit Gas gefüllt. Das Füllen wird fortgesetzt, bis die Glocke so hoch gestiegen ist, daß ihr unterer Rand nur noch etwa 20 Centimeter von der Wasseroberfläche entfernt ist. Wird, nach beendigtem Füllen der Glocke das Austrittsrohr geöffnet, so sinkt die Glocke in dem Verhältniß, als das Gas ausströmt, in den Wasserbehälter ein, bis sie den Boden des letzteren erreicht hat. Das Gewicht der Glocke bestimmt den Druck, unter welchem das Gas in den Röhrenleitungen den Brennern zugeführt wird.

Um die täglich producirte Gasmenge in der Fabrik zu messen, bedient man sich großer Gaszähler, die man Fabrications-Gasuhren (compteurs d'usines) nennt; sie haben dieselbe Construction im Wesentlichen wie die nassen Gasuhren der Consumenten (compteurs des abonnés), von welchen später die Rede sein wird.

§. 129.

Statik der Gasbereitung.

Für eine Statik der Gasbereitung, welche das Gas, sein Volumen und seine Zusammensetzung verfolgte von dem Austritt der Retorte an durch die Vorlage, den Condenser, den Scrubber und die chemisch wirkenden Reiniger, bis es endlich aus dem Gasbehälter durch die Röhrenleitungen dem Consumenten zugeführt wird, sind in der chemisch-technologischen Literatur nur wenige Materialien vorhanden. Die werthvollsten Resultate haben die im Jahre 1860 von Firle in Breslau angestellten Versuche geliefert, wobei jedoch nicht übersehen werden darf, daß die Zahlenwerthe nur für den speciellen Fall, keineswegs aber allgemein gültig sind.

Das Gas, um welches es sich bei den von Firle angestellten Untersuchungen handelte, war Steinkohlengas; es wurde analysirt nach dem Austritt aus dem Röhrencondenser (a), nach dem Austritt aus dem Koksconденser (b), nach dem Austritt aus der Waschmaschine (c), nach dem Austritt aus dem mit dem Laming'schen Mittel beschickten Reiniger (d), endlich nach dem Austritt aus dem Kalkreiniger (e); letzteres ist mithin vollständig gereinigtes Gas.

	a.	b.	c.	d.	e.
Wasserstoff	37,97	37,97	37,97	37,97	37,97
Grubengas	39,78	38,81	38,48	40,29	39,37
Kohlenoxyd	7,21	7,15	7,11	3,93	3,97
Schwere Kohlenwasserstoffe	4,19	4,66	4,46	4,66	4,29
Stickstoff	4,81	4,99	6,89	7,86	9,99
Sauerstoff	0,31	0,47	0,15	0,48	0,61
Kohlensäure	3,72	3,87	3,39	3,33	0,41
Schwefelwasserstoff . .	1,06	1,47	0,56	0,36	—
Ammoniak	0,95	0,54	—	—	—

Bezieht man diese Zahlen auf absolute Mengen und nimmt dabei als Volumeinheit den Cubikfuß an, so ergeben sich (von 1000 Cubikfuß rohem Gas ausgegangen) nachstehende Zahlen:

	Cubikfuß.				
	a.	b.	c.	d.	e.
Wasserstoff	380	380	380	380	380
Grubengas	390	388	384	403	394
Kohlenoxyd	72	71	71	39	39
Schwere Kohlenwasserstoffe	42	46	45	46	43
Stickstoff	48	50	69	79	100
Sauerstoff	3	5	2	5	6
Kohlensäure	40	39	34	33	4
Schwefelwasserstoff . .	15	15	5	3	—
Ammoniak	10	5	—	—	—
	1000	999	990	988	966

Aus vorstehender Tabelle ergeben sich die Veränderungen, welche die Zusammensetzung des Gases während des Reinigungsprocesses erfährt, sowie die Wirkung der verschiedenen zur Reinigung dienenden Apparate. Strömen z. B. 1000 Cubikfuß Gas von der oben sub a angegebenen Zusammensetzung in die Reinigungsapparate, so wird in jedem einzelnen Apparat von den absorbirbaren Gasen, hauptsächlich von der Kohlensäure, dem Schwefelwasserstoff und dem Ammoniak ein Bruchtheil davon aufgenommen und zwar folgende Mengen.

Von 1000 Cubikfuß rohem Gas werden absorbirt (in Cubikfußen) an

	Im Koksconbensator	In der Waschmaschine	Durch Laming's Mittel	Im Kalkreiniger
Kohlensäure	1	5	1	29
Schwefelwasserstoff . . .	—	10	2	3
Ammoniak	5	5	—	—
Kohlenoxyd	—	—	32	—
Sauerstoff	—	3	—	—

Das ursprüngliche Volumen des Gases wird folglich immer kleiner und zwar bleiben von den 1000 Cubikfuß rohem Gas nach dem Austritt aus

dem Kokscondensator	noch	994	Cubikfuß
der Waschmaschine [1])	„	971	„
dem Laming'schen Mittel	„	936	„
dem Kalkreiniger	„	914	„

dabei vorausgesetzt, daß die übrigen Bestandtheile des Gases keine Veränderung erleiden, was mit Ausnahme von kleinen Mengen von Grubengas und schweren Kohlenwasserstoffen in der That der Fall ist. Zu dem durch Absorption allmälig abnehmenden Gasvolumen kommt aber in jedem Reinigungsapparat ein gewisses Quantum von Sauerstoff und Stickstoff in Gestalt von atmosphärischer Luft [2]).

In 1000 Cubikfuß rohen Gases sind nach der sub a angeführten Analyse zusammen 51 Cubikfuß Sauerstoff und Stickstoff enthalten. Diese Menge vermehrt sich in

dem Kokscondensator	um	4	Cubikfuß
der Waschmaschine	„	20	„
dem Laming'schen Mittel	„	33	„
dem Kalkreiniger	„	55	„

Hierdurch wird das Gesammtvolumen des Gases in jedem Apparate wieder vergrößert, und zwar beträgt, wenn man die Schwankungen in der Menge des Grubengases und der schweren Kohlenwasserstoffe in Betracht zieht, das effective Gesammtvolumen des Gases von 1000 Cubikf. nach dem Austritt aus

dem Kokscondensator	noch	999	Cubikfuß
der Waschmaschine	„	990	„
dem Laming'schen Mittel	„	988	„
dem Kalkreiniger	„	966	„

wobei vorausgesetzt wurde, daß Temperatur und Druck, während das Gas durch die Reinigungsapparate ging, unverändert blieben.

---

[1]) Durch das Waschen des Gases mit frischem Wasser werden auch nicht unbedeutende Mengen von ölbildendem Gase aufgenommen. Nach dem Vorschlage von S. Elster (1862) verwende man daher das bereits mit ölbildendem Gase gesättigte ammoniakalische Wasser durch einen starken Aufschlag desselben auf den Scrubber.

[2]) Bei Anwendung von Thonretorten saugt, wie H. Deville (1861) gezeigt hat, das Leuchtgas durch die poröse Retortenwand atmosphärische Luft ein.

§. 130.

IV. Die Vertheilung des Leuchtgases an die Consumenten.

Das in dem Gasometer angesammelte Gas wird den Consumenten auf zweierlei Weise zugeführt: entweder durch Röhrenleitungen, oder in Schläuchen oder gasdichten Blechkasten durch Transport auf der Axe.

Die Vertheilung des Leuchtgases durch Röhrenleitungen (distribution du gaz au moyen de tuyaux, *distribution of the gas by means of pipes*) ist der bei weitem häufigere Fall. Der Druck, durch welchen die Bewegung des Gases in den Leitungsröhren (tuyaux de conducte, *street-mains or pipes*) bedingt wird, ist der einer bestimmten Wasserhöhe entsprechende Druck des Gasometers. Von der Größe dieses Druckes und von der Menge des Gases, welche in einem bestimmten Zeitraume auf eine gewisse Entfernung durch die Röhre geleitet werden soll, aber auch von dem specifischen Gewichte des Leuchtgases und den Abweichungen der Röhre von der Horizontalen ist der Durchmesser abhängig, welcher der Röhre gegeben werden muß, damit die Bewegung durch die Reibung, welche das Gas in den Röhren erleidet, nicht verzögert und daher in größeren Entfernungen der Druck auf das fortbewegte Gas in dem Grade vermindert werde, daß die Flammenhöhe des Brenners abnehme.

Aus den von Clegg, Pole, Blochmann, Schilling, S. Hughes[1]) u. A. angestellten Versuchen sind allgemeine Formeln abgeleitet worden, um das Verhältniß der Geschwindigkeit des Ausflusses des Leuchtgases zum Röhrendurchmesser, für verschiedenen Druck, verschiedene Dichte des Gases und Abweichungen von der Horizontalen in der Röhrenleitung zu ermitteln.

Was den Ausfluß des Gases durch einfache Oeffnungen betrifft, so haben sich folgende theoretische Regeln ergeben:

1) die Geschwindigkeit, mit der das Gas aus einer einfachen Oeffnung ausströmt, wächst, wie die Quadratwurzel aus der Höhe des Wassers im Manometer;

2) bei constantem Druck steht die Menge des aus einer Oeffnung ausströmenden Gases im umgekehrten Verhältnisse zur Quadratwurzel aus dem specifischen Gewichte desselben;

---

[1]) Vergleiche S. Clegg, Traité de la fabrication du gaz d'éclairage, Paris 1860 p. 228; N. H. Schilling, Handbuch der Steinkohlengasbeleuchtung, München 1860 p. 201; S. Hughes, Treatise on Gas-Works, London 1853 p. 117.

3) bei constantem Druck und specifischem Gewichte verhalten sich die Ausflußmengen des Gases durch verschiedene Oeffnungen in derselben Zeit wie die Querschnitte dieser Oeffnungen oder wie die Quadrate ihrer Durchmesser [1]).

S. Clegg hat Versuche über die Anfangsgeschwindigkeit, d. h. die Geschwindigkeit, mit welcher es durch eine Oeffnung auszuströmen anfängt, zum Unterschiede von der Geschwindigkeit, mit der es ausströmt, wenn es zuvor noch durch eine Röhre von größerer oder geringerer Länge gegangen ist, angestellt. Die Versuche, mit deren Hülfe die Theorie zu vergleichen und in einzelnen Fällen zu modificiren ist, sind jedoch bei weitem nicht genügend. Clegg theilt eine Tabelle mit, welche die Gasmengen angiebt, die durch eine kreisrunde Oeffnung von nur 1/4 Zoll Durchmesser bei verschiedenem Wasserdruck von 0,5 bis 5 Zoll Wasserhöhe ausströmen. Die durch Rechnung gefundenen Mengen, welche ausströmen müssen, stimmen so ziemlich mit den gefundenen überein.

Folgende Tabelle (I.) giebt die Menge Leuchtgas von 0,420 spec. Gewicht, welche aus einer kreisrunden Oeffnung von 1/4 Zoll (engl.) pro Stunde ausströmen:

Druck in Zollen	Cubikfuße gefunden	Cubikfuße berechnet
0,5	80	—
1	113	111,7
2	160,5	160
3	195	193,1
4	226	226,2
5	253	253

In einer andern Tabelle (II.) giebt Clegg die Mengen Gas von 0,420 spec. Gewichte, welche bei einem constanten Druck von 1/2 Zoll Wasserhöhe durch Oeffnungen strömen, deren Durchmesser von 0,25 bis 5,0 Zoll variiren:

Durchmesser der Oeffnungen in Zollen	Cubikfuße gefunden	Cubikfuße berechnet
0,25	80	—
0,50	321	320
0,75	723	720

[1]) Diese Regel gilt nicht absolut, da sie auf die theoretische Annahme der gänzlichen Abwesenheit von Reibung basirt ist; und es wird, da bei einer großen Oeffnung die Reibung verhältnißmäßig klein ist, der Ausfluß in der That größer sein, als der durch Rechnung bei Zugrundlegung von Versuchen mit kleinen Oeffnungen bestimmte.

Durchmesser der Oeffnungen in Zollen	Cubikfuße gefunden	Cubikfuße berechnet
1,00	1287	1280
1,125	1625	1620
1,25	2010	2000
1,50	2885	2880
6,00	46150	46080

Der Ueberschuß der durch den Versuch gefundenen Resultate ist der verhältnißmäßigen Verminderung der Reibung zuzuschreiben.

Geht man nun von der Annahme aus, daß der erste Versuch der Tabelle I, bei welchem 80 Cubikcent. Gas von 0,42 spec. Gewicht aus einer Oeffnung von 0,25 und einem Druck von 0,5 Zoll Wasserhöhe ausströmen, richtig sei und als Basis für weitere Berechnungen benutzt werden könne, so läßt sich die Gasmenge ermitteln, welche z. B. bei einem spec. Gewichte von 0,50 pro Stunde durch eine kreisrunde Oeffnung von 4 Zoll (engl.) Durchmesser und einem Druck von 2,5 Zoll Wasserhöhe zum Ausfluß gelangt.

a) Um die geringere Menge Gas, welche aus dem größeren specifischen Gewichte erwächst, bei 0,5 Zoll Druckhöhe zu finden, hat man:

$$q = \frac{\sqrt{0,42 . 80}}{\sqrt{0,50}} = \frac{51,84}{0,707} = 73,3 \text{ Cubikfuß.}$$

b) Um die der größeren Ausflußöffnung von 4 Zoll Durchmesser entsprechende Ausflußmenge zu finden, hat man bei derselben Druckhöhe:

$$q = \frac{16 . 73,3}{0,25^2} = \frac{1172,8}{0,0625} = 18765 \text{ Cubikfuß.}$$

c) Um das größere Gasquantum von 0,5 spec. Gewicht, welches bei einem Drucke von 2,5 Zoll Wasserhöhe pro Stunde durch eine kreisrunde Oeffnung von 4 Zoll Durchmesser zum Ausfluß gelangt zu finden, hat man:

$$q = \frac{\sqrt{2,5 . 18765}}{\sqrt{0,5}} = \frac{29649}{0,707} = 41936 \text{ Cubikfuß.}$$

Für die Praxis ist es aber weit wichtiger, die Gasmengen zu ermitteln, welche durch Röhren von gegebener Länge und bestimmter Weite gehen, als die Quantitäten Gas zu wissen, welche durch einfache Oeffnungen ausströmen. S. Clegg giebt eine Reihe von sechs Versuchen an, bei welchen Gas unter einem Druck von 0,5 Zoll Wasserhöhe durch verschiedene bis zu 34 Yards [1]) lange, 6 Zoll im Durchmesser haltende Röhren zum

[1]) 1 Yard = 0,914 Meter.

Ausfluß gelangte. Aus seinen Versuchen schließt er, daß sich die Gasmengen umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus den zu durchlaufenden Längen verhalten, so lange der Druck der nämliche ist und keine Steigerung oder Senkung der Röhrenfahrt stattfindet. Nehmen wir den ersten Versuch von Clegg, welcher einen Ausfluß von 44280 Cubikfuß Gas pro Stunde durch eine Röhre von 3,46 Yard Länge ergab, als Grundlage weiterer Berechnung an, so finden wir die Gasmenge, welche unter den nämlichen Verhältnissen durch eine 34,2 Yard lange Röhre gehen wird, durch die Proportion

$$\sqrt{34,2} : \sqrt{3,46} = 44280 : x$$

$$\text{oder } x = \frac{44280 \cdot \sqrt{3,46}}{\sqrt{34,2}} = 14083,6 \text{ Cubikfuß,}$$

während die beim Versuche selbst erhaltene Menge 14080 Cubikcentimeter betrug — ein Resultat, welches für alle practischen Zwecke hinlänglich genau ist.

Diese Art, die Gasmenge zu berechnen, ist die einzige, von welcher Clegg Gebrauch gemacht hat. Bezeichnet P das Product der Ausflußmenge aus einer 6zolligen Röhre in die Quadratwurzel aus 3,46 Yard Röhrenlänge und ist L die Länge irgend einer andern 6zolligen Röhre, so wird der Ausfluß pro Stunde sein:

$$q = \frac{P}{\sqrt{L}}$$

und da im vorliegenden Falle

$$P = 44280 \cdot \sqrt{3,46} = 82361 \text{ ist,}$$

$$q = \frac{82361}{\sqrt{L}}$$

welche Formel, wie sich von selbst versteht, nur auf Leuchtgas von 0,420 spec. Gewicht und einem Druck von $1/2$ Zoll Wasserhöhe sich verwenden läßt.

Repräsentirt D irgend einen andern Durchmesser als 6 Zoll, so haben wir die Quantität, welche durch eine solche Röhre fließt:

$$Q = \frac{82361 \, D^2}{36 \sqrt{L}} = \frac{2288 \, D^2}{\sqrt{L}}$$

Drückt g das specifische Gewicht einer anderen Gasart aus (das der Luft = 1 angenommen), so haben wir die Quantität, welche von diesem Gase ausströmt

$$Q = 2288\ D^2 \frac{\sqrt{0{,}420\ H}}{\sqrt{0{,}5\ L.g}}$$

$$= 2288\ D^2 \sqrt{0{,}84} \sqrt{\frac{H}{L.g}} \text{ oder}$$

$$(4)\quad Q = 2090\ D^2 \sqrt{\frac{H}{L.g}} \text{ und}$$

$$(5)\quad D = \sqrt{\frac{Q}{2096 \sqrt{\frac{H}{L.g}}}}$$

Clegg hat nun eine lange Reihe von Tabellen geliefert, welche alle nach dieser Formel berechnet sind und die Quantitäten von Gas von 0,42 spec. Gewicht ergeben, welche pro Stunde durch eine bestimmte Oeffnung ausströmen. Die Ausdehnung dieser Tabellen erstreckt sich für Röhren von 100 bis 1000 Yards Länge, von einem Drucke von $^1/_2$ — 3 Zoll Wasserhöhe und von 2 — 18 Zoll Röhrendurchmesser. Es scheint jedoch, als ob die in der Praxis erhaltenen Resultate größer wären, als die aus den Clegg'schen Tabellen entnommenen, oder, was dasselbe ist, welche man vermittelst der Formel (4) findet.

Drückt man die Gleichung (4) allgemein durch die Gleichung $Q = xA$ aus, so erhält man den Coefficienten $= x$, da

$$A = D^2 \sqrt{\frac{H}{L.g}} \text{ ist,}$$

$$x = \frac{Q}{D^2 \sqrt{\frac{H}{L.g}}} = \frac{Q \sqrt{L.g}}{D^2 \sqrt{H}}$$

Girard bestimmte den Werth von x mit Hülfe eines Gases von 0,559 spec. Gewicht und 1,34 Zoll Pressung (= H); es wurde die Gasmenge ermittelt, welche eine Röhre von 0,62 Zoll Durchmesser lieferte:

Länge der Röhren in Yards	Ausflußmenge pro Stunde	Berechneter Werth von x
41	99	1065
62	83	1096
93	74	1198
119	57	1045
138	53	1047
		Mittel: 1090.

Es wäre somit für diese Versuche der Coefficient x = 1090.

Wie sehr der Coefficient x mit dem Durchmesser der Röhren variirt, ergiebt sich am Besten aus folgender Tabelle, zu welcher die meisten Versuche einer Schrift von P o l e entnommen sind:

Nummer	Durchmesser der Röhre in Zollen	Länge der Röhre in Fußen	Druck in Zollen Wasserhöhe	Spec. Gewicht des Gases, wenn die Luft = 1 ist	Ausflußquantum pro Stunde in Cubikfußen	Werth von x berechnet aus der Gleichung: $x = \frac{Q}{D^2}\sqrt{\frac{Lg}{H}}$
1.	0,5	10	1,25	0,4	120	860
2.	0,5	59	1,25	0,4	60	1043
3.	0,62	41	1,34	0,559	99	1065
4.	0,62	62	1,34	0,559	83	1096
5.	0,62	93	1,34	0,559	74	1198
6.	0,62	119	1,34	0,559	57	1045
7.	0,62	138	1,34	0,559	53	1047
8.	2,00	25	0,5	0,559	1630	2094
9.	4,00	10560	3,0	0,559	852	1993
10.	6,00	3,46	0,5	0,42	44280	2100
11.	6,00	4,5	0,5	0,42	38838	2100
12.	6,00	7,5	0,5	0,42	30000	2096
13.	6,00	16,5	0,5	0,42	20270	2099
14.	6,00	25,5	0,5	0,42	16460	2099
15.	6,00	34,2	0,5	0,42	14808	2100
16.	8,00	1842	0,7	0,4	6000	3042
17.	10,00	100	3,0	0,4	120000	4382
18.	10,00	1760	3,0	0,4	30000	4596
19.	18,00	1760	1,0	0,4	60000	5405
20.	26,00	3130	0,8	0,42	103000	6173
21.	26,00	4300	2,25	0,42	175000	6990
22.	26,00	4300	0,475	0,42	80000	7255

Wie aus allen Versuchen und Berechnungen folgt, stimmt kein anderer Ausdruck mit den Versuchen so gut überein, als der, bei welchem die Ausflußmengen proportional den Quadratwurzeln aus den Durchmessern wachsen. S. H u g h e s schlägt deshalb eine Formel vor, in welcher die Quadratwurzel aus dem Durchmesser im Zählen als Factor eingeführt wird. Es scheint rathsam, die Versuche an den 26 Zoll weiten Röhren als die zuverlässigsten anzunehmen. Da nun hier aber als neuer Factor $\sqrt{26} = 5,099$ einzuführen ist, so muß der Coefficient 6806 (als Mittel der drei Zahlen 6173, 6990 und 7255 obiger Tabelle) auch durch 5,099 dividirt werden. Hier-

aus ergiebt sich der neue Coefficient 1335 $\left(\frac{6806}{5{,}099}\right)$. Sonach ist die von Hughes vorgeschlagene Formel zur Berechnung der Ausflußmengen von Gas durch Röhren

$$(6) \quad 1335\, D^2 \sqrt{\frac{H.D}{L.g}}$$

Aus allen diesen Versuchen über den Ausfluß des Gases durch horizontale Röhrenleitungen ist nun folgender Schluß zu ziehen: Mit Berücksichtigung der Reibung und der übrigen Widerstände ist die Ausflußmenge $= x A$, wobei

$$A = D^2 \sqrt{\frac{H.D}{L.g}}$$

und x der durch Versuche ermittelte Coefficient ist. Bezeichnet Q die durch Versuche gefundene Ausflußmenge, so ist

$$x = \frac{Q \sqrt{L.g}}{D^2 \sqrt{H.D}}$$

Für eine genauere Ermittelung der Gasmengen, welche durch Röhren von verschiedenem Druckmesser ausfließen, sind zur Bestimmung von x allerdings noch ausgedehnte und genaue Versuchsreihen erforderlich, aus deren man für gegebene Gasmengen von bestimmtem spec. Gewichte, welche durch Röhren von gegebener Länge und Weite unter bekanntem Drucke ausströmen, den Werth des Coefficienten x ermitteln kann.

Die Formel, welche Pole[1]) für den Gas vorschlägt, stimmt mit der von Hughes gegebenen, obgleich sie auf ganz anderem Wege gefunden, fast vollständig überein; diese Formel ist:

$$1350\, D^2 \sqrt{\frac{H.D}{L.g}}$$

Die ganze Differenz besteht also nur darin, daß hier der Coefficient 1350 statt 1335 ist.

Ueber den Einfluß des Steigens und Fallens der Röhrenleitung sind so gut als keine Versuche angestellt worden. Die Regel, welche allgemein aufgestellt wird, ist die, daß jede Aenderung in der Neigung der Röhren eine entsprechende Aenderung im Drucke hervorbringt, welche auf jeden Fuß Steigung oder Fall $^1/_{100}$ Zoll ausmacht. Wenn also eine Röhre von einem gegebenen Punkte aus, für welchen der Druck bekannt ist, um

---

[1]) Journal of Gas-Lighting, 1852 June p. 373.

10 Fuß steigt, so nimmt der Druck um $^1/_{10}$ Zoll zu, und andererseits ist 10 Fuß unter diesem Punkte der Druck um $^1/_{10}$ Zoll geringer. Betragen die Höhendifferenzen in den Röhrenleitungen nur wenige Fuß, so läßt man sie bei der Berechnung der Durchmesser der Röhren unberücksichtigt. Da das specifisch leichtere Leuchtgas sich in ansteigenden Röhrenleitungen leichter fortbewegt als in abfallenden, so legt man die Gasanstalt wenn nur irgend möglich an einem der tiefer gelegenen Punkte der zu beleuchtenden Ortschaft an.

Blochmann, welchem man eine wichtige auf Versuche basirte Arbeit als Beitrag zur Kenntniß der Bewegung des Leuchtgases in der Röhrenleitung verdankt, bezeichnet als Bewegungswiderstände, welche eine Verminderung des Druckes in den Leitungsröhren bewirken, folgende:

1) den Widerstand, den das Gas überhaupt beim Eintreten in die Röhren, d. h. beim Austreten aus dem Gasometer erleidet (Einströmungscoefficient);

2) den Widerstand, welchen das strömende Gas in den Röhrenleitungen durch die Reibung des Gases an den Wänden der Röhren erleidet (Reibungscoefficient);

3) den Widerstand, den das Gas beim Eintritte in die Erweiterungen der Röhrenfahrt wie Wassertöpfe, so wie durch Krümmungen und Abzweigungen des Röhrensystemes erleidet;

4) den Widerstand, den das Gas beim Ausströmen aus dem Brenner zu überwinden hat; letzteres ergiebt sich aus der Differenz des specifischen Gewichtes des Gases und der Dichte der schweren atmosphärischen Luft, welche hier als drückende Kraft wirkt.

§. 131.

Die Röhren zur Hauptleitung (die Straßenleitung) sind aus Gußeisen und werden 0,6 — 1,6 Meter tief in die Erde gelegt; für die kleineren Zweigleitungen (die Häuserleitung) bedient man sich meist starker schmiedeeiserner Röhren, welche nach einem eigenthümlichen Verfahren zwar nicht eigentlich geschweißt, deren Ränder jedoch durch Ziehen im glühenden Zustande so innig und fest verbunden sind, daß sie sowohl gasdicht schließen, als auch eine mäßige Biegung ertragen, ohne sich zu trennen. Die hier und da zur Gasleitung vorgeschlagenen und auch angewendeten Röhren aus Glas und Thon, und die aus getheertem Papier angefertigten Asphaltröhren verdienen sicherlich Beachtung.

Die gußeisernen Leitungsröhren bestehen aus der Röhre, dem

Muff oder dem Kopf. Letzterer ist eine Erweiterung der Röhre und soll das Ende der nächstfolgenden Röhre aufnehmen. Fig. 53 giebt den Durchschnitt einer Röhre a, welche durch ihren Muff b mit der folgenden verbunden ist. An solchen Stellen, wo eine Abzweigung stattfinden soll, wird der Röhrenleitung eine sogenannte Spundröhre m (eine mit kurzem Muffansatz versehene Röhre) eingefügt (s. Fig. 54). Bei Straßenkreuzungen kommt eine Röhre mit zwei Spundröhren (Fig. 55) zur Anwendung.

Fig. 53.

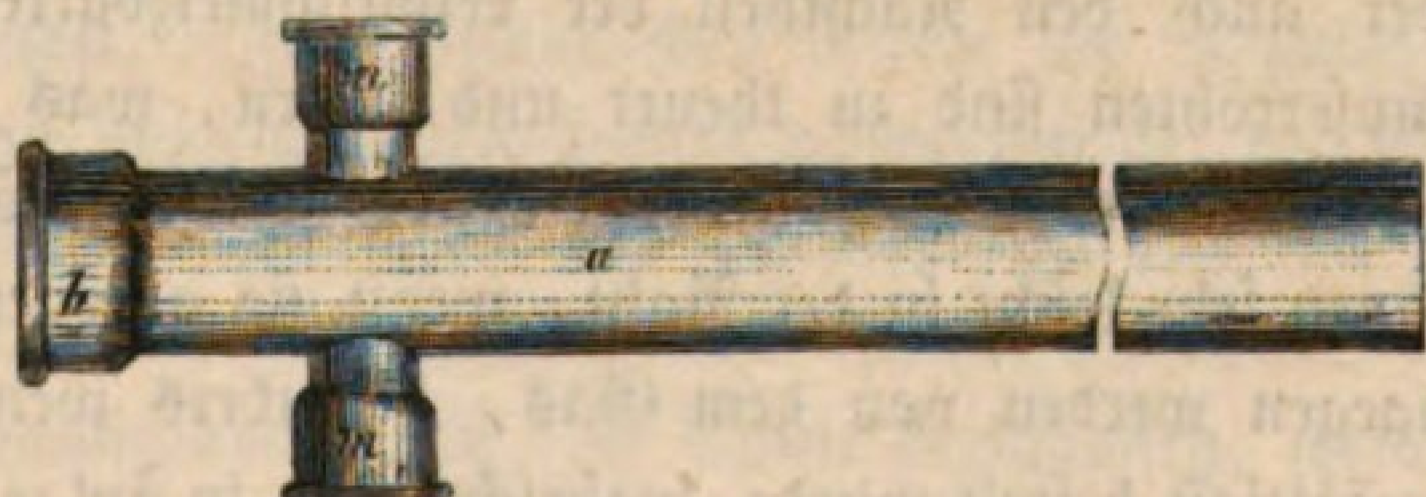


Die Röhren werden, nachdem sie auf ihre Gasdichte geprüft worden sind, mit einem Theeranstrich versehen und gasdicht mit einander verbunden, indem der Raum zwischen dem eingeschobenen Röhrenstück und der inneren Wand des Muffes mit einem geeigneten Material ausgefüllt wird. Man bedient sich hierzu eines Mennigkittes, der in den Zwischenraum eingestrichen wird, worauf ein Hanfseil aufgewickelt und eingestoßen wird; der noch übrige Raum wird mit geschmolzenem Blei ausgefüllt. Eine andere Art der Verdichtung, die immer mehr Anerkennung findet, ist die mit Ringen aus vulkanisirtem Kautschuk.

Fig. 54.



Fig. 55.

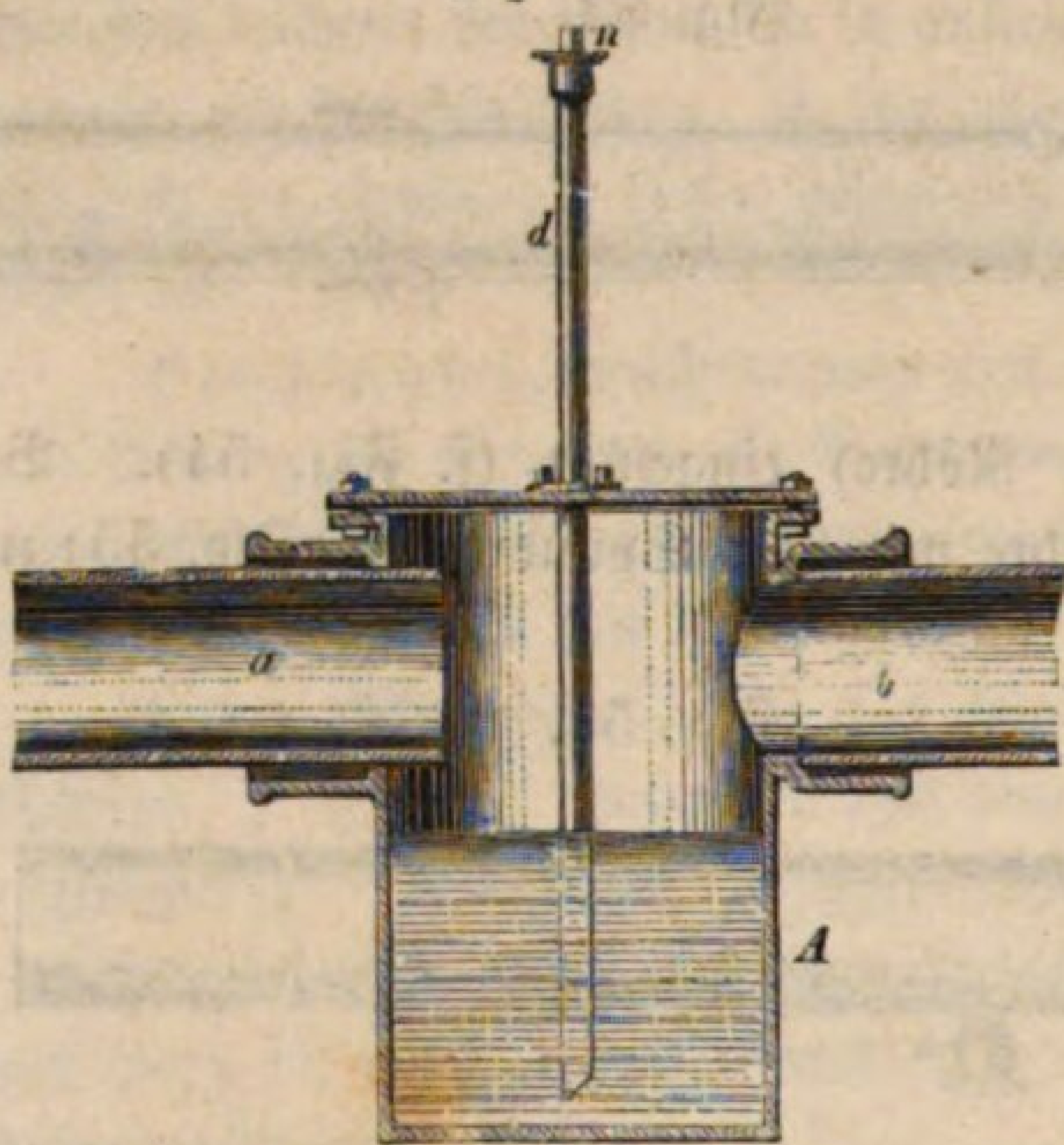


Ungeachtet sorgfältiger Verdichtungen des Röhrensystemes ist ein Verlust an Gas nicht zu vermeiden. In einzelnen Gasanstalten beträgt die Leckage 15 — 20 Proc. Selbst bei gut und sorgfältig angelegten Röhrensystemen macht der Gasverlust 5 — 7 Proc. der Jahresproduction aus.

Die Hauptrohrleitungen müssen möglichst weit sein, um in Folge geringerer Reibung des Gases das Ausscheiden des Naphtalins und der flüssigen Kohlenwasserstoffe zu verhindern. Um die während der Fortbewegung des Gases in der Röhrenleitung condensirten Wasserdämpfe und flüssigen Kohlenwasserstoffe, welche nach ihrer Verdichtung der Strömung des Gases

Hindernisse bereiten, zu beseitigen, bringt man in der Röhrenleitung und zwar an den tiefst gelegenen Stellen derselben Wassersammler (Wassertöpfe, Siphon) an. Ein solcher Apparat (Fig. 56) ist ein gußeisernes cylindrisches Gefäß A, das mit zwei Muffen m und n versehen ist, in welche die Gasröhren a und b münden. Durch die Mitte des gut schließenden Deckels geht ein eisernes Rohr d, welches in dem Wassersammler fast bis auf den Boden, außerhalb aber fast bis zum Straßenpflaster reicht und oben durch eine Schraube n verschlossen ist. Durch dieses Rohr wird mit Hülfe einer aufgeschraubten Pumpe das Condensationswasser aus dem Wassersammler entfernt.

Fig. 56.



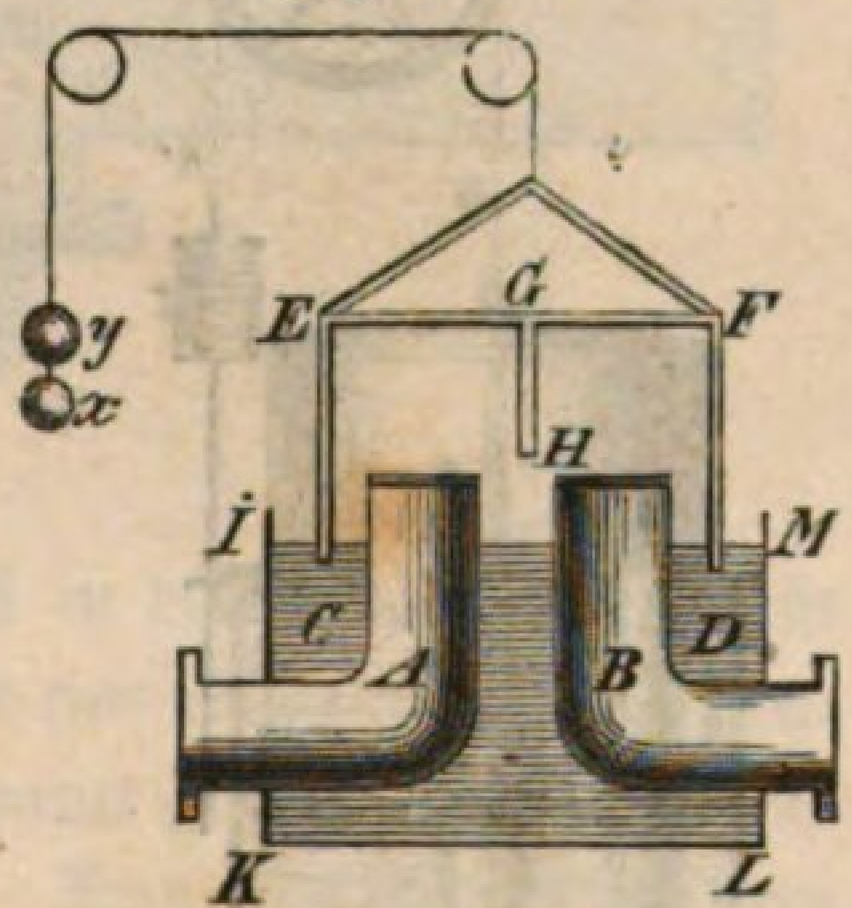
Die Ableitungsröhren in den Gebäuden und im Innern derselben sind, wie oben bemerkt, aus Schmiedeeisen, oder weit häufiger aus Blei. Die Bleiröhren haben den großen Vortheil der höchst bequemen Handhabung, aber auch den Nachtheil der Leichtschmelzbarkeit. Zinn-, Messing- und Kupferröhren sind zu theuer und haben, was die beiden letzteren betrifft, außerdem große Schattenseiten, die Leitungsröhren aus Messing nämlich platzen sehr leicht in der Naht, wenn sie gebogen werden, die Kupferröhren dagegen werden von dem Gas, besonders wenn es vom Ammoniak nicht sorgfältigst befreit wurde, wahrscheinlich in Folge von Bildung von salpetriger Säure stark angegriffen. Auch bilden sich in den kupfernen Röhren explosive Gemische, wie Crova gezeigt hat, wesentlich aus Acetylen-Kupfer bestehend, welche zu gefährlichen Explosionen Veranlassung geben können.

Um eine undichte Stelle in der Röhrenfahrt zu erkennen, leitet Fournier in die Röhrenleitung Ammoniakgas. Hierauf leitet man, nachdem die Brenner geschlossen sind, längs der sämmtlichen Theile der Leitung einen mit Salzsäure befeuchteten Glasstab oder besser ein mit Hämatoxylinlösung befeuchtetes Papier. An jeder undichten Stelle bilde sich an dem mit Salzsäure befeuchteten Glasstab weißen Nebel und das Hämatoxylinpapier wird sofort intensiv blauroth gefärbt. Oft ist indessen schon der Geruch ausreichend, um die undichten Stellen zu erkennen.

§. 132.

Hydraulisches Ventil. Dort, wo das Hauptrohr der Röhrenleitung aus dem Gasbehälter tritt, ist, wie bereits oben erwähnt, ein Hahn angebracht, welcher das Gas im Gasbehälter sperrt, wenn es nicht ausströmen soll. Statt dieses Hahnes bringt man besser ein sogenanntes hydraulisches Ventil (valve à l'eau, *water-valve*) an, welches im Wesentlichen wie ein Gasometer eingerichtet ist. Es besteht aus einem eisernen mit Wasser angefüllten Gefäße I K L M (Fig. 57). Das Rohr A communicirt direct mit dem Gasometer und das Rohr B mit dem Hauptrohr der Röhrenfahrt; über beiden Röhren befindet sich die Trommel C E F D, welche durch Gewichte x und y balancirt wird. Hängt man das Gewicht y aus, so senkt sich die Trommel so weit, daß die Scheidewand H unter das Niveau des Wassers taucht. Ist dies der Fall, so ist die Communication zwischen A und B unterbrochen.

Fig 57.



Der Gasdruck-Regulator (régulateur, *governor or regulator*) hat den Zweck den Zufluß des Gases aus dem Gasbehälter zu den Leitungsröhren zu reguliren. Einer der am sinnreichsten construirten ist der von S. Clegg (1816), der mit einigen Abänderungen gegenwärtig noch Anwendung findet. Im Wesentlichen besteht der Regulator aus einer Gasometerglocke, die mit einem Kegelventil verbunden ist, das sich selbstthätig öffnet oder schließt, je nachdem für das Bedürfniß zu viel oder zu wenig Gas ausströmt. Stelle man sich vor, in einem kleinen Gasometer sei die Mündung des Einströmungsrohres durch eine Platte verschlossen, welche in der Mitte mit einer nach unten abgeschrägten Oeffnung versehen ist, in der ein mit der oberen Spitze beweglich im Mittelpunkt der Glocke befestigter Kegel spielt. Bei einer gewissen Stellung der Glocke tritt durch die ringförmige Oeffnung am Kegel so viel Gas ein, als gerade nöthig ist, um einen bestimmten Druck in den Leitungsröhren zu unterhalten. Man kann nun diese Stellung dadurch erreichen, daß der Glocke ein bestimmtes Gewicht gegeben wird, was durch Gegengewichte oder durch einen Schwimmkasten erreicht wird. Erleidet nun der Druck oder die Geschwindigkeit des einströmenden Gases eine Veränderung, so tritt für den Moment eine größere Gasmenge unter die Glocke, als dem Normaldrucke entspricht. Dadurch hebt sich aber die Glocke, wodurch in Folge des gleichzeitig in die Höhe gehenden

Kegelventils die ringförmige Oeffnung am Kegel verengt wird; die Glocke muß demnach wieder herabgehen und zwar so weit, bis Gewicht der Glocke und Druck sich miteinander ins Gleichgewicht gesetzt haben. Nimmt der Druck im Gaszuführungsrohr ab, so findet das Gegentheil statt, die Glocke senkt sich, die ringförmige Oeffnung am Kegel vergrößert sich und es wird durch vermehrtes Nachströmen von Gas der normale Druck wieder hergestellt.

Fig. 58.

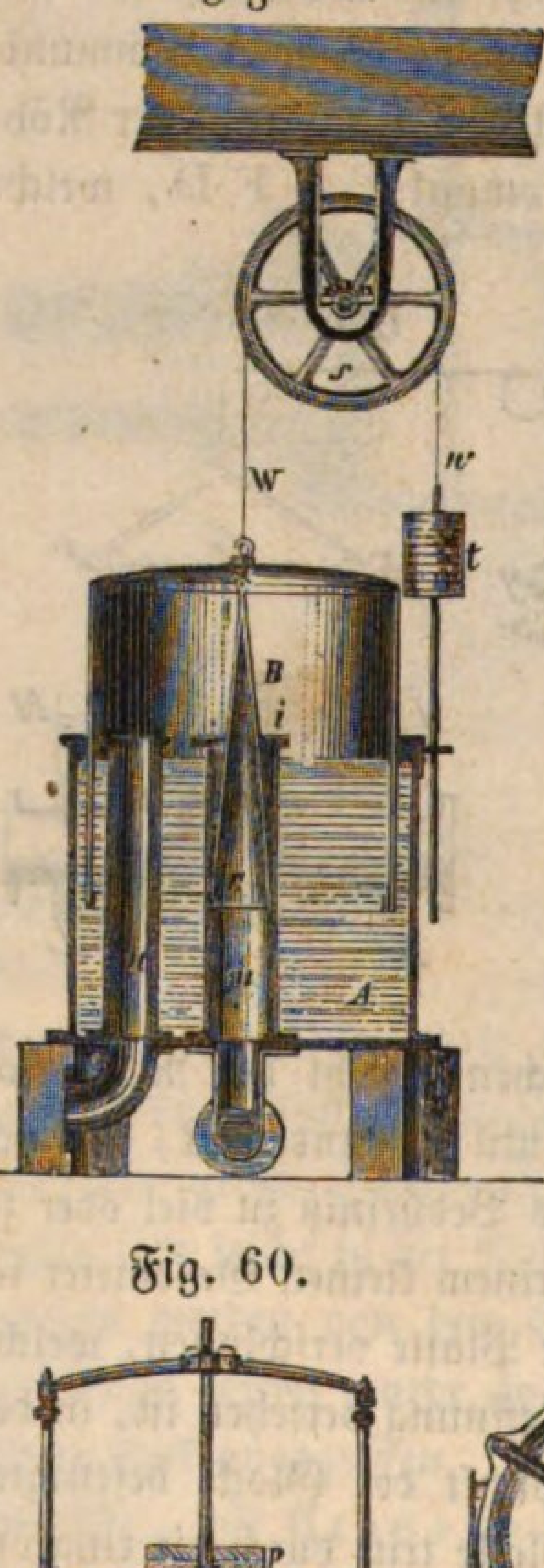


Fig. 59.



Fig. 58 und 59 geben ein Bild von dem ursprünglichen Clegg'schen Regulator. A ist der mit Wasser gefüllte Schwimmerkasten, B die Glocke, m das Zufuhr-, n das Abfuhrrohr des Gases. Die Mündung des Rohres m ist mit der Platte i verschlossen, in deren Mitte der Kegel C auf- und abspielt. Letzterer ist in der Mitte des Deckels der Glocke befestigt. Durch die Rolle s, über welche die mit Gegengewicht t versehene Schnur w w läuft, läßt sich ein bestimmtes Gewicht der Glocke herstellen. Der Druck an der Balancirvorrichtung läßt sich durch Entfernung von Gewichten bis zu 2, $1^1/_2$ oder 1 Zoll entlasten, je nachdem das Gas dem Bedürfnisse entsprechend mit 2, $1^1/_2$ oder 1 Zoll Druck in die Röhrenfahrt einströmen soll. — Behufs der Umgehung der Balancirvorrichtung bedient man sich neuerdings eines (Fig. 60 und 61 abgebildeten) Regulators, bei welchem die Glocke mit einem Schwimmkasten von solcher Größe versehen ist, daß die Glocke gerade schwimmt, wenn sie bis zum oberen Rande in das Wasser des Schwimmkastens eintaucht. Die Regulirung des Druckes erreicht man in diesem Falle durch Auflegen von Gewichten p auf die Glocke. Dieser Regulator, welcher sich wegen des

Fig. 60.

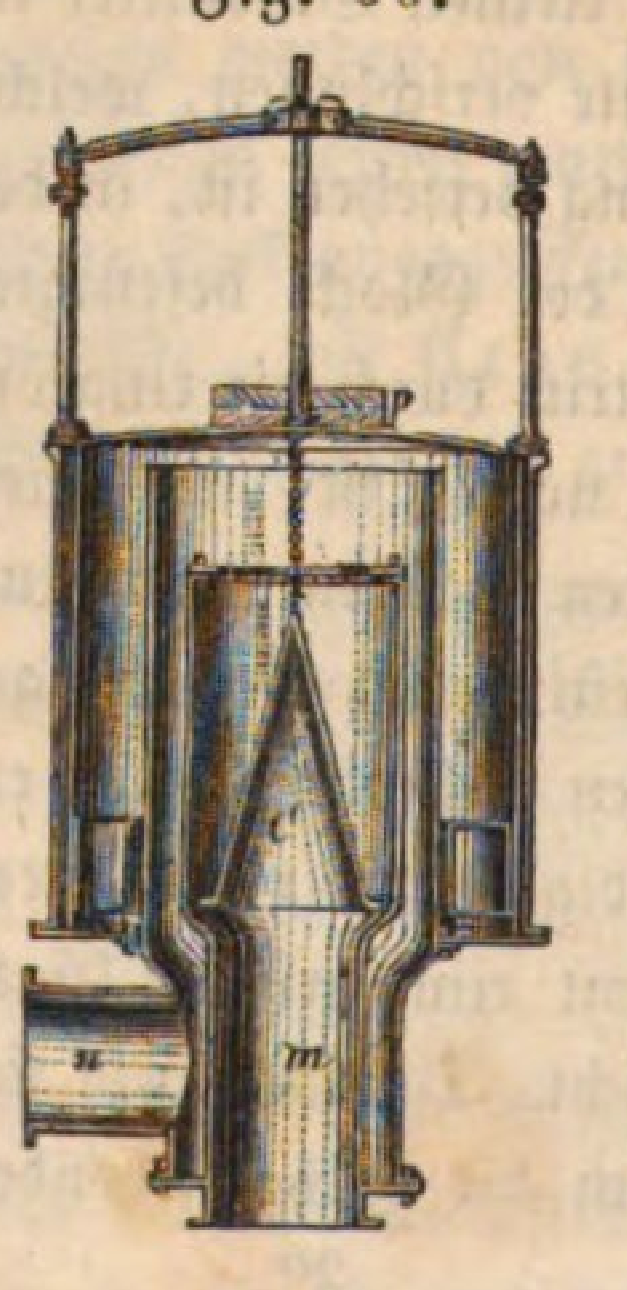
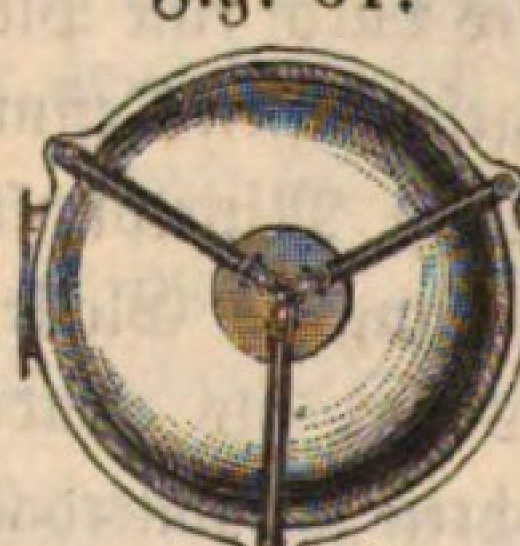


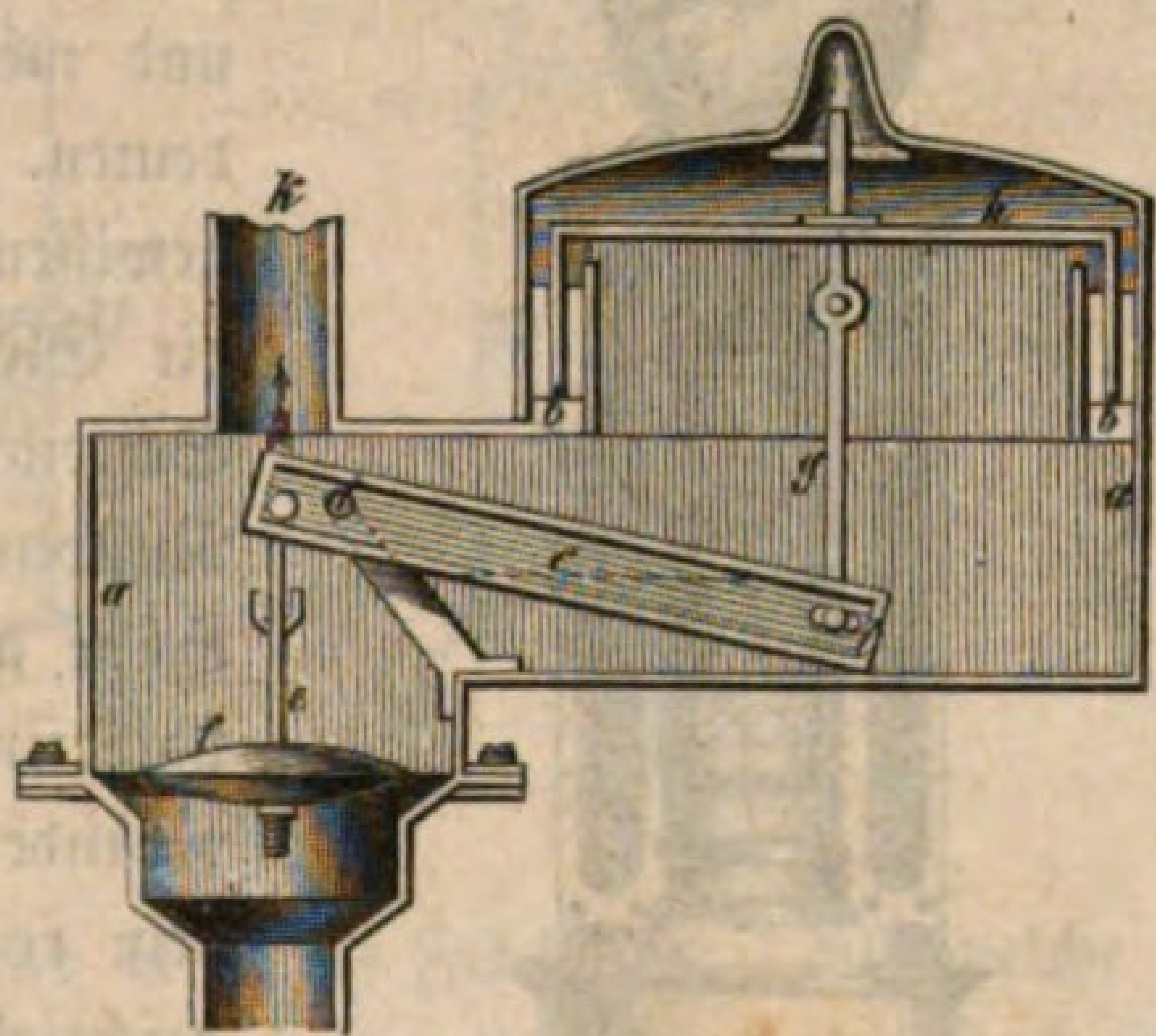
Fig. 61.



geringern Raumes, den er in Anspruch nimmt, für größere Gasanstalten vorzugsweise eignet, hat noch das Eigenthümliche, daß das Einströmungsrohr im Ausflußrohre steckt.

Von anderen Regulatorconstructionen sei noch die von L. Young angeführt, welche Fig. 62 im Durchschnitt zeigt. a ist das Gehäuse des Regulators, b eine kreisförmige Rinne, welche Quecksilber enthält, c ein Hebel, welcher um den Punkt d sich drehen kann und einerseits durch eine Stange e mit dem Ventil f, andererseits durch g mit der in dem Quecksilber schwimmenden Glocke h verbunden ist. Der Hebel c ist hohl und enthält eine bestimmte Menge Quecksilber. Die Röhre i steht mit dem Hauptrohr in Verbindung, die Röhre k führt das Gas den Brennern zu. Vermehrt sich der Druck in dem Apparate, so hebt sich die Glocke, das Ventil f geht herab und läßt nur wenig Gas noch hindurch. Wird dagegen der Gasdruck in dem Apparat geringer, so sinkt die Glocke und es tritt der entgegengesetzte Fall ein. Das Quecksilber in dem Hebel c hat die Bestimmung, den Apparat empfindlicher zu machen, so daß die Glocke bei Veränderungen im Gasdruck leichter und sicherer die entsprechende Bewegung sich aneignet.

Fig. 62.

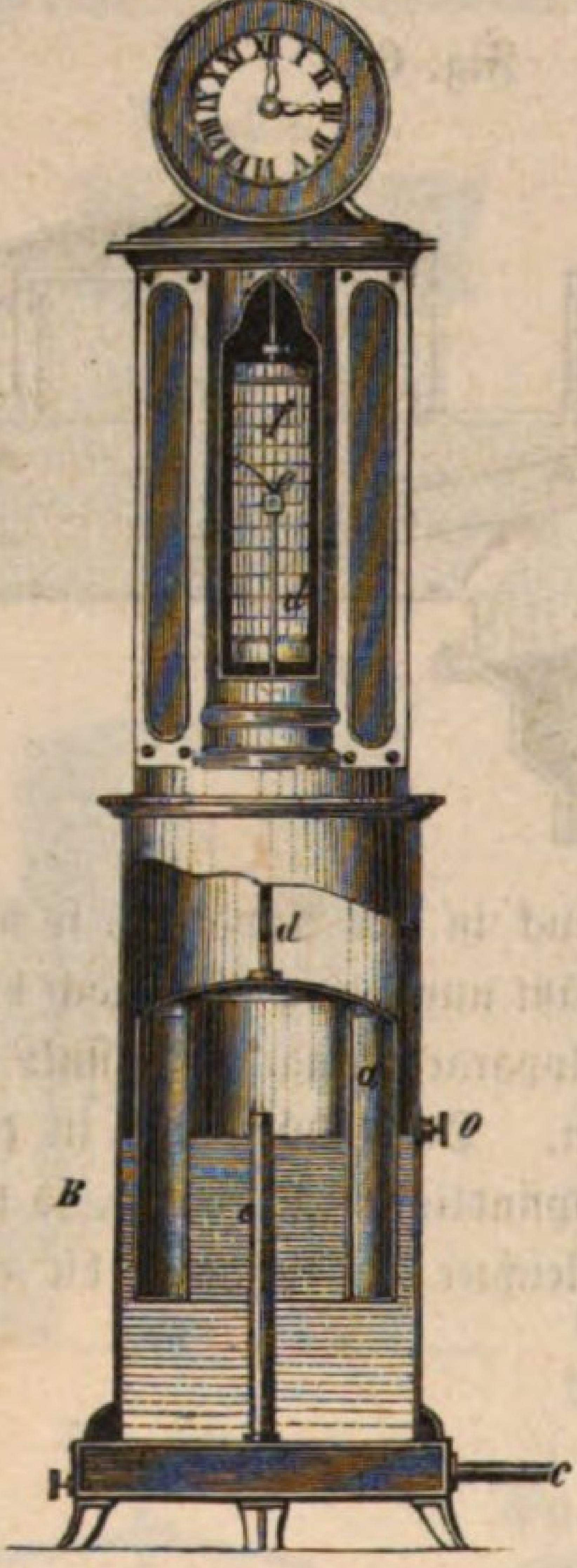


§. 133.

Diejenigen Apparate, deren man sich bedient, um den Druck zu messen, mit welchem das Gas in die Röhrenleitung eingeführt wird, heißen Druckmesser (indicateur de pression, *pressure-indicator*). Unter den älteren Indicatoren ist der von Crosley (1824) construirte selbstregistrirende erwähnenswerth, welcher nicht nur den Druck in jedem Augenblick abzulesen gestattet, sondern ihn auch ununterbrochen in Gestalt von Curven graphisch darstellt. Fig. 63 gibt eine Ansicht dieses Druckmessers. In dem unteren cylinderförmigen Theil B, welcher bis zur Höhe der seitlich angebrachten Schraube o mit Wasser angefüllt ist, befindet sich eine kleine Glocke, die so balancirt ist, daß sie bei Null-Druck bis zu ihrem oberen Rand eintauchend im Wasser schwimmt. Am oberen Ende der Stange d befindet sich der

Schreibapparat e, dessen Bleistift mit seiner Spitze gegen den Cylinder f drückt, über welchen ein Papier gespannt ist, das 24 verticale Striche, die 24 Stunden vorstellend, enthält. Der Cylinder dreht sich mit Hülfe eines Uhrwerks in 24 Stunden einmal um seine Axe. Das Papier ist ferner in seiner ganzen Höhe mit Theilstrichen versehen, welche zu den verticalen Strichen rechtwinklig stehen und meistens Linien oder Zehntel-Zolle bedeuten. Tritt nun das Gas unter einem gewissen Drucke in die Glocke a ein, so wird die Glocke und mit ihr der Bleistift der Schreibvorrichtung, welcher vorher auf dem Nullpunkte der Vertikalstriche stand, in die Höhe gehoben. Würde der Druck innerhalb eines Zeitraumes von 24 Stunden unverändert bleiben, so hätte der Bleistift auf dem rotirenden Cylinder eine gerade Linie beschrieben. Bei wechselndem Druck weicht die Linie von der Geraden ab und stellt graphisch den Druck dar. Bei dem von A. Weight construirten Druckmeßapparat, ist eine rotirende Scheibe an Stelle des rotirenden Cylinders vorhanden, wodurch man die graphische Darstellung des Druckes ununterbrochen vor Augen hat.

Fig. 63.



Unter den Druckmessern, welche nur den im Momente der Beobachtung stattfindenden Druck anzeigen, ist der von R. H. Schilling (1858) construirte Apparat zu erwähnen, welcher Fig. 64 im Längendurchschnitt, Fig. 65 im Querdurchschnitte abgebildet ist. Der Apparat besteht wesentlich aus zwei Theilen, aus einem unteren viereckigen, bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser angefüllten Kasten, in welchem ein um eine horizontale Axe drehbarer Schwimmer durch den Druck des von unten einströmenden Gases gehoben wird, und aus einem obern Theil in Form eines liegenden Cylinders, in welchem sich die mechanische Anordnung und das Zeigerwerk befindet. Der Schwimmer besteht aus drei einzelnen, nebeneinander liegenden Behältern aus Blech, von denen die beiden äußeren a′ und a″ geschlossen sind, während der mittlere a unten offen ist. Die beiden ersten dienen als Luftkasten und halten dem

Gewicht des Schwimmers das Gleichgewicht, so daß er im ungehobenen Zustande bis zu seiner oberen Fläche eintaucht. Der mittlere, unten offene

Fig. 64.

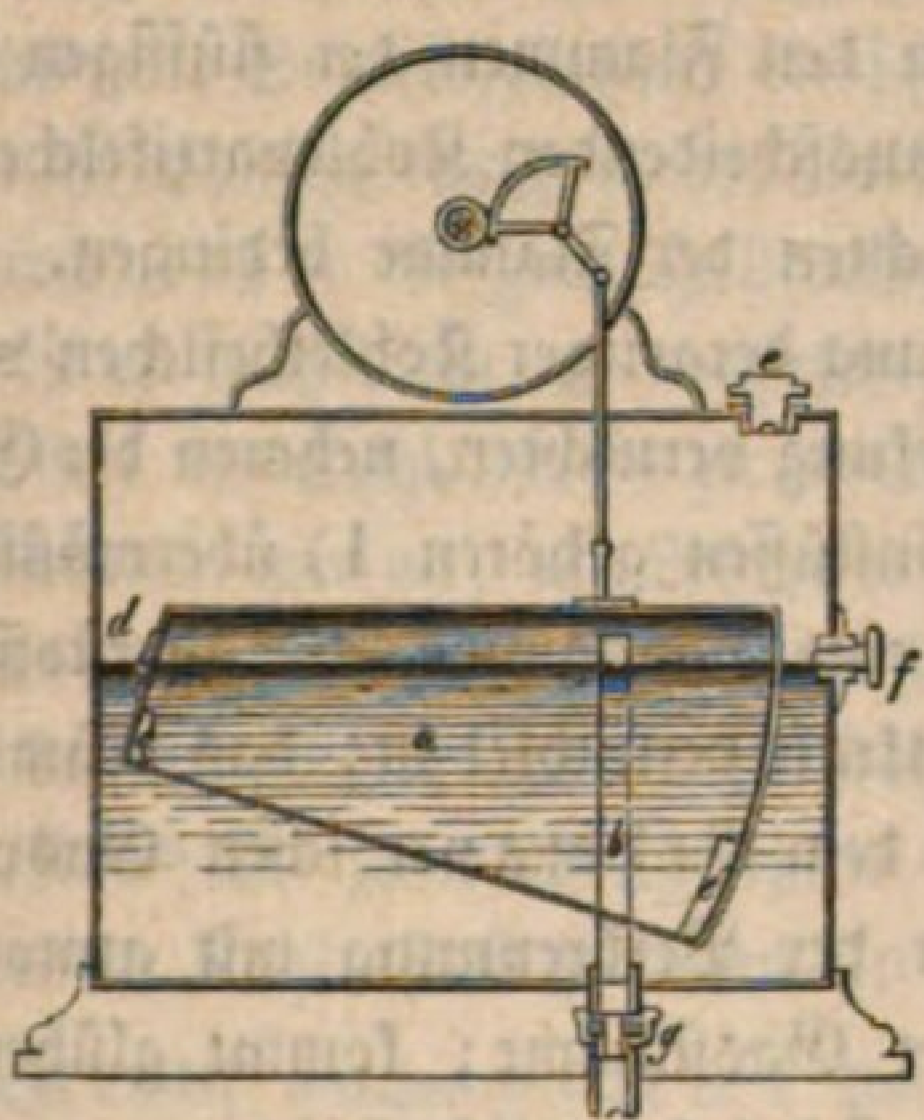
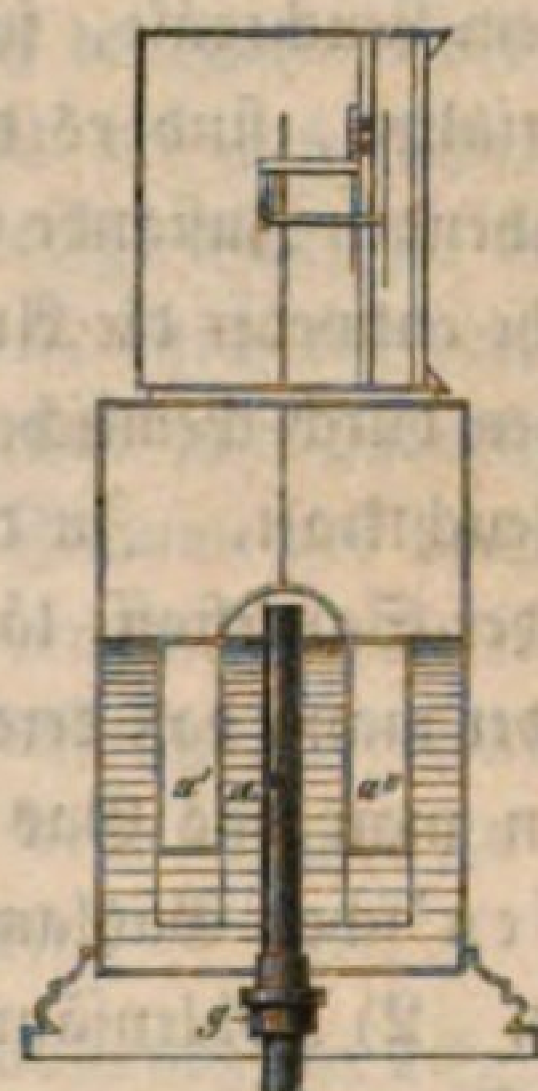


Fig. 65.



Kasten a ist dem Gase zugänglich und bietet die Fläche dar, auf welche der Druck seine Wirkung ausübt. Während die beiden Luftkasten oben flach sind, ist der mittlere Behälter halbcylinderförmig gewölbt und bildet einen Damm, in welchem das Einlaßrohr b hineinragt. Dieses Rohr steht etwa $^1/_2$ Zoll aus dem Wasserspiegel heraus, und würde, wenn die cylindrische Wölbung nicht vorhanden wäre, dem Schwimmer nicht gestatten, bis zu seinem Ruhepunkte einzutauchen. Die Führung des Schwimmers wird durch eine horizontale Axe d bewirkt, welche in zwei an den Wänden des äußeren Kastens befestigten Lagern läuft. Das viereckige Gehäuse, in welchem der Schwimmer liegt, hat zwei Schrauben e und f, von denen die erstere zum Einfüllen von Wasser, die letztere zum Reguliren des Wasserniveaus dient, und steht in einem Fußgestell von Blech, in welchem die Verschraubung g Platz findet, welche das Rohr b mit der Gasröhrenleitung verbindet.

Eine dünne Messingstange, welche durch einen Schlitz im Deckel des Gehäuses geht, überträgt die Bewegung des Schwimmers auf einen Rechen, und von da auf das Zeigerwerk im oberen Theile des Apparates. Die Art der Anordnung ergiebt sich aus Fig. 65. Der Rechen greift in ein Zahnrad und dieses theilt seine Bewegung dem an derselben Welle sitzenden Zeiger mit. An der Axe des Rades ist eine feine Spiralfeder angebracht, welche die Zähne desselben gegen die Zähne des Rechens drückt. Die Theilung des Zifferblattes umfaßt bei dem in der Zeichnung dargestellten Apparat im Ganzen 1 Zoll Wasserdruck.

§. 134.

V. Die Prüfung des Leuchtgases.

In dem Leuchtgase, so wie in den Flammen der flüssigen und festen Leuchtmaterialien, sind es die sich ausscheidenden Kohlepartikelchen, welche im weißglühenden Zustande das Leuchten der Flamme bedingen. Alle Einflüsse, welche entweder die Ausscheidung derartiger Kohletheilchen verhindern, oder dieselben durch chemische Einwirkung vernichten, nehmen der Gasflamme sofort die Leuchtkraft. Zu diesen Einflüssen gehören 1) übermäßige Zufuhr von Luft oder Sauerstoff; läßt man eine Gasflamme in Sauerstoffgase brennen, so findet man, daß deren Leuchtkraft vernichtet ist; das Nämliche findet statt, wenn man das Gas wie bei dem Erdmann'schen Gasprüfer und der Bunsen'schen Gaslampe vor der Verbrennung mit atmosphärischer Luft mischt. 2) Kohlensäure in der Gasflamme; kommt glühende Kohle mit Kohlensäure zusammen, so bildet sich bekanntlich Kohlenoxydgas ($C_2\ O_4 + 2\ C = 2\ C_2\ O_2$), welches mit nicht leuchtender Flamme verbrennt. Da das Elaylgas ($C_4\ H_4$) im glühenden Zustande in Methylwasserstoff (Sumpfgas $C_2\ H_4$) und Kohlenstoff (2 C) zerlegt wird, letzteres aber eine äquivalente Menge Kohlensäure ($C_2\ O_4$) zu Kohlenoxydgas reducirt, so ergiebt sich, daß das Kohlensäuregas die Hälfte seines Volumens an Elaylgas der Leuchtkraft beraubt. Angenommen, ein Leuchtgas mit 6 Proc. Elaylgase enthalte zugleich 6 Proc. Kohlensäuregas, so würde durch letzteres die Leuchtkraft von 3 Proc. Elaylgas vernichtet werden, woraus folgt, wie wichtig die möglichst vollständige Abscheidung der Kohlensäure in dem Kalkreiniger ist [1]).

Ueber die Beziehungen der Lichtstärke einer Gasflamme zu der Menge der in der Flamme ausgeschiedenen Kohletheilchen liegen außer den Arbeiten von Heeren und S. Elster keine Untersuchungen vor, doch wird man der Wahrheit ziemlich nahe kommen, nimmt man an, daß beide approximativ in directem Verhältnisse stehen, daß mithin ein Gas um so mehr leuchtet, je größer die Menge des in der Flamme ausgeschiedenen Kohlenstoffes ist. Allerdings ist hierbei nicht zu übersehen, daß die Temperatur, bis zu welcher die Kohletheilchen in der Flamme erhitzt werden, auf die Leuchtkraft wesentlich mit influirt; je höher der Hitzgrad der Flamme ist, desto stärker wird sie unter sonst gleichen Verhältnissen leuchten. Kohlenstoffreiche Gase und

---

[1]) E. Mulder (Wagners Jahresbericht 1860 p. 616) ist entgegengesetzter Ansicht. Nach ihm könne ein gewisser Gehalt von Kohlensäure im Leuchtgase (durch Umwandelung zu Kohlenoxyd durch den Wasserstoff in der Flamme) die Leuchtkraft desselben verstärken. —

Dämpfe brennen bekanntlich mit röthlicher, rußender und wenig heißer Flamme, weil der Hitzgrad derselben nicht genügt, die große Menge der ausgeschiedenen Kohlenstoffpartikelchen bis zum Weißglühen zu erhitzen. Läßt sich nun auch durch vermehrte Luftzufuhr (wie durch das Cylinderglas der Petroleum- und Solaröllampen) die Temperatur der Flamme der Art steigern, daß keine Rußabscheidung mehr stattfindet und der ausgeschiedene Kohlenstoff dadurch, daß er bis zum Hellweißglühen erhitzt wird, die Leuchtkraft erhöht, so ist es doch mehr als wahrscheinlich, daß durch den verstärkten Luftzug ein Theil des Kohlenstoffs zu schnell verbrennt und dadurch unwirksam wird. Nehmen wir an, die Leuchtkraft einer Flamme sei proportional der Menge des ausgeschiedenen Kohlenstoffes und vergleichen wir die in dem gereinigten Leuchtgase vorkommenden Kohlenwasserstoffgase, besonders die nach der Formel $C^n H^n$ zusammengesetzten, welche beim Glühen in Methylwasserstoff und in Kohlenstoff zerfallen, so haben wir

1 Vol.	Elayl C_4H_4,	welches zerfällt in	1	Vol.	Methylwasserstoff	und	2	Vol.	Kohlendampf
1 „	Trityl C_6H_6	„ „ „	1,5	„	„	„	3	„	„
1 „	Ditetryl C_8H_6	„ „ „	1	„	„	„	4	„	„

und können annehmen, daß die Lichtstärken dieser drei Gase sich verhalten wie 2 : 3 : 4.

Repräsentirt man die Lichtstärke des Elaylgases durch 100, so ergeben sich für die Lichtstärken der im gereinigten Leuchtgase enthaltenen Gase und Dämpfe folgende Werthe, wobei die Dämpfe im idealen Zustande der Dichte bei 0° in Rechnung gebracht sind:

Elayl	100	Butyl	350
Trityl	150	Acetylen	450
Ditetryl	200	Benzoldampf	450
Propyl	250	Naphtalindampf	800

Folgende Zusammenstellung giebt die Menge von Elaylgas an, welche durch Imprägnation eines brennbaren Gases (Wasserstoff oder Methylwasserstoff) mit den Dämpfen von Kohlenwasserstoffen bei 0° und bei 15° zur Erzielung gleicher Lichtintensität ersetzt werden kann. Imprägnation mit

		bei 0°	bei 15°	
Propyldampf	ist äquivalent	11,5	25,7	Vol. Elayl
Benzoldampf	„ „	9,63	23,7	„ „
Naphtalindampf	„ „	0,016	0,016	„ „

Werden mithin z. B. 100 Liter Wasserstoffgas bei 0° oder bei 15° C. mit Benzoldämpfen gesättigt, so ist die so erzielte Leuchtkraft des Gemisches

gleich der, welche durch Mischen von 100 Liter Wasserstoffgas mit 9,6 oder 23,5 Liter Elaylgas erzeugt worden ist.

Zur Sättigung von 100 Cubikfuß (engl.) Wasserstoffgas (oder Methylwasserstoffgas) mit Kohlenwasserstoffdämpfen sind erforderlich

	bei 0°	bei 15°	
von Propyldampf	500	1128	Grammen
„ Butyldampf	17	58	„
„ Benzoldampf	214,5	522	„
„ Naphtalindampf	0,32	0,32	„

Wollte man daher, wie es bei dem Carburiren des Gases geschieht, Wasserstoffgas durch Sättigen desselben mit Benzoldämpfen in Leuchtgas überführen, so würde man auf je 1000 Cubikfuß der ersteren bei 0° 2145 Grm. und bei 15° 5220 Grm. Benzol nöthig haben.

§. 135.

Zur Prüfung des Leuchtgases auf seine Qualität und zur Ermittelung des relativen Werthes desselben, wendet man in der Praxis gegenwärtig vier Methoden und Apparate an, nämlich

1) die gasometrische Probe;
2) die Beurtheilung des Gases aus dem specifischen Gewichte;
3) die photometrische Probe;
4) den Gasprüfer Erdmann's.

1) Was die gasometrische Probe betrifft, so erfordert deren Ausführung eine genaue Kenntniß der neueren, von R. Bunsen herrührenden Methode der Gasanalyse. Für unsere Zwecke genügt es zu wissen, daß ein Gemenge von fast wasserfreier mit gewöhnlicher concentrirter Schwefelsäure die schweren Kohlenwasserstoffe des Leuchtgases zu absorbiren vermag. Die Trennung der schweren Kohlenwasserstoffe erfolgt am vollständigsten, wenn man in eine Eudiometerröhre ein Quantum Gas und in dieses eine mit einem Platindraht verbundene, mit Schwefelsäure getränkte Kokskugel bringt, welche in kurzer Zeit die genannten Kohlenwasserstoffe absorbirt. Um den Kohlenstoffgehalt dieser Verbindungen, deren Menge sich aus der Volumenverminderung des Gases ergiebt, zu erfahren, verbindet man das Absorptionsverfahren mit zwei Verbrennungsanalysen, indem man das zu analysirende Gas einmal für sich, das andere Mal, nachdem man daraus die schweren Kohlenwasserstoffe entfernt hat, mit überschüssigem Sauerstoffe (im Eudiometer mittelst des elektrischen Funkens) verbrennt und die bei der zweiten

Verbrennung erhaltene Kohlensäuremenge von der bei der ersten Verbrennung gebildeten abzieht.

Früher bediente man sich zur Absorption des Chlors und des Broms, welche mit den schweren Kohlenwasserstoffen ölartige Flüssigkeiten bilden[1]).

2) Die Beurtheilung des Werthes eines Leuchtgases aus dem specifischen Gewichte geschieht in der Praxis gegenwärtig sehr häufig und zwar mit Recht, da die Erfahrung im Allgemeinen die höhere Leuchtkraft der schwereren Gase bestätigt, obgleich daraus keineswegs der Schluß gezogen werden darf, daß umgekehrt ein leichtes Gas nothwendig auch schlechtes sein müsse. Das Leuchtgas nämlich besteht in einer Mischung verschiedener Gasarten und Dämpfe von sehr verschiedenem specifischem Gewichte und zwar

Elaylgas	von 0,976	spec.	Gewicht
Methylwasserstoffgas	„ 0,555	„	„
Wasserstoffgas	„ 0,069	„	„
Kohlenoxydgas	„ 0,967	„	„
Kohlensäure	„ 1,520	„	„

Das specifische Gewicht der beigemengten Dämpfe, ist, je nach der Natur des dampfförmigen Stoffes, ein sehr verschiedenes und doch sind es, wie Frankland, R. Pitschke u. A. nachgewiesen haben, diese Dämpfe, namentlich von Benzol, welche neben dem Elaylgase die Leuchtkraft des Leuchtgases bedingen. Die Kohlensäure, deren Gegenwart die Lichtentwickelung der Gasflamme beeinträchtigt, ist trotz aller Reinigungsapparate in dem Leuchtgase in namhafter Menge enthalten (Wunder fand 1860 in gereinigtem Kohlengas aus Chemnitz 1,08 bis 1,22 Proc. Kohlensäure) und trägt zur Erhöhung des specifischen Gewichtes bei. Auch das Kohlenoxydgas, welches im gereinigten Kohlengase in der Menge von 4, 5 — 6 Proc. sich findet (im Torfgase nach W. Reißig bis zu 20,3 Proc., im Holzgase nach Pettenkofer bis zu 37,6 Proc.), erhöht das specifische Gewicht des Leuchtgases. Wasserstoffgas und Methylwasserstoffgas, beide nicht leuchtend, sind auf die Leuchtkraft der Gasmischung ohne Einfluß, wohl aber auf deren specifisches Gewicht. Es läßt sich durch Berechnung der Nachweis

[1]) Vergl. R. Bunsen, Gasometrische Methoden, Braunschweig 1857; J. Schiel, Anleitung zur organischen Analyse und Gasanalyse, Erlangen 1860. Nachdem von Berthelot das Acetylen ($C_4 H_2$) im Leuchtgase nachgewiesen worden war, mußte eine Erweiterung der von Bunsen angewandten Formeln (für Elayl und Ditetryl) für den Fall von drei durch Schwefelsäure absorbirbaren Kohlenwasserstoffgasen eintreten. Die dadurch nöthig gewordene Rechnung ist von E. Bacaloglo (Journ. f. pract. LXXXI p. 69) ausgeführt worden.

liefern, daß a) Wasserstoffgas bei 15° C. mit Benzoldämpfen gesättigt, von 0,190 spec. Gewicht und b) Methylwasserstoff mit 21 Proc. Elaylgase, von 0,750 spec. Gewicht, troß dem verschiedenen specifischen Gewichte gleiche Leuchtkraft besitzen. Der Schluß von der Dichte eines Leuchtgases auf dessen Leuchtvermögen ist mithin als ein trügerischer zu bezeichnen, wie denn auch thatsächlich sehr gute Leuchtgase von dem geringen spec. Gewichte von 0,39 sich finden.

Dessenungeachtet wird man bei der gegenwärtig eingehaltenen Methode der Gasbereitung die Güte eines Leuchtgases nach seinem specifischen Gewichte beurtheilen und es für desto besser halten können, je schwerer es ist. Diese Annahme beruht auf der Thatsache, daß die bestleuchtenden Gase, wie sie z. B. aus der Bogheadkohle und ähnlichen schottischen Kohlen gewonnen werden, weit schwerer sind als die weniger guten, aus anderen Steinkohlensorten dargestellten Gase.

Die Boghead- u. Cannelkohlen geben Gas von 0,619 spec. Gew. (durchschnittl.)
„ Newcastler Kohlen „ „ „ 0,422 „ „
„ Staffordshirer Kohlen „ „ „ 0,369 „ „

Diesen Unterschieden in den specifischen Gewichten entspricht auch in der That die Leuchtkraft, so fand Fyfe folgende Verhältnisse

Spec. Gewicht des Gases.	Leuchtkraft eines (engl.) Cubikfußes Gas in Walrathkerzen ausgedrückt.
0,726	10,38
0,650	10,01
0,644	8,31
0,669	8,77
0,593	7,51
0,566	3,04
0,625	3,33
0,555	3,12

Dagegen liefern die Kohlen
aus Westfalen Gas von 0,415 spec. Gew.
„ dem Saarbecken „ „ 0,45 „ „
„ Zwickau „ „ 0,5 „ „

ohne daß in der Leuchtkraft dieser Gasarten ein erheblicher Unterschied wahrzunehmen wäre.

Die Methode der Bestimmung des specifischen Gewichtes kann daher, wie aus den vorstehenden Beispielen erhellt, nur dann bei der Prüfung von Leuchtgasen Anwendung finden, wenn man von der analogen Zusammen-

setzung der zu untersuchenden und zu vergleichenden Gasarten (eine Folge der analogen Zusammensetzung der zu ihrer Herstellung dienenden Kohlen) überzeugt ist.

Ein Apparat, dessen man sich zur Bestimmung des specifischen Gewichtes des Leuchtgases bedient, ist (nach der ursprünglichen Angabe von Bunsen) von Schilling construirt worden. Derselbe stützt sich auf den Satz, daß die specifischen Gewichte zweier Gase, die unter gleichem Drucke aus engen Oeffnungen in dünner Platte ausströmen, sich verhalten wie die Quadrate ihrer Ausströmungszeiten.

Fig. 66.



Beispiel: Die zum Ausströmen eines gewissen Luftvolumens erforderliche Zeit sei = 260 Sekunden, die zum Ausströmen des nämlichen Volumens an Leuchtgas = 200 Sekunden, so ist, die Dichte der Luft = 1 gesetzt, x die gesuchte Dichte des Leuchtgases = x:

$$260^2 : 200^2 = 1 : x = 67600 : 40000 = 1 : x$$
$$x = 0,591.$$

Ist die Temperatur des Leuchtgases eine andere als die der Luft, so verhält sich die abgelassene Ausströmungsgeschwindigkeit zu der, die man gefunden haben würde, wenn Gas und Luft gleiche Temperatur gehabt hätten, wie

$$1 : \frac{t}{1 \pm 0,00367 \, . \, a}$$

in welcher a die Anzahl der Grade, um welche die Temperatur abweicht und t die Ausströmungszeit der Luft bedeutet. Das corrigirte specifische Gewicht des Gases = s' ergiebt sich mithin, wenn die Ausströmungsgeschwindigkeit = t' ist, durch die Formel:

$$s' = \frac{t'^2}{(1 \pm 0,00367 \, a) \, t^2}$$

(das Minuszeichen gilt, wenn das Gas wärmer ist, das Pluszeichen im umgekehrten Falle). Wäre in dem vorliegenden Falle die Temperatur des Gases um 5° C. höher gewesen, so würde das corrigirte specifische Gewicht des Gases sein 0,581.

Der Schilling'sche Apparat ist in Fig. 66 abgebildet[1]). A ist ein Glascylinder von etwa 54 Centimeter Länge und etwa 5 Centimeter innerem Durchmesser. An dem oberen Ende des Cylinders ist ein Deckel aus Messing

---

[1]) Siehe Schilling, Handbuch der Steinkohlengasbeleuchtung, München 1860 p. 35.

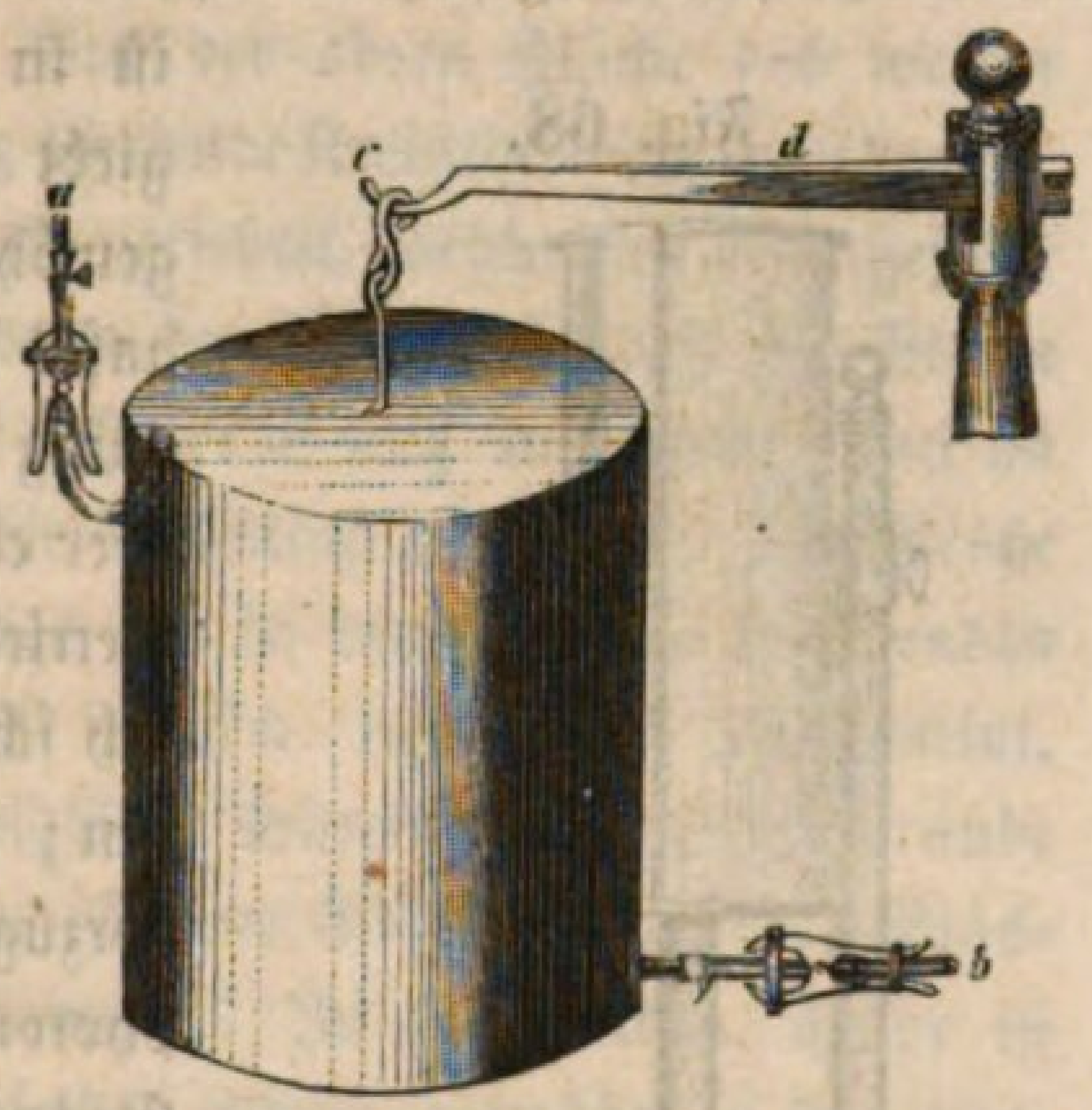
eingekittet, durch welchen das Gaseinströmungsrohr a und das Ausströmungsrohr b gehen; ferner ist in dem Deckel ein Thermometer t angebracht. Das Rohr a ist von Messing, oberhalb knieförmig gebogen mit einem Hahn versehen, und wird, wenn der Apparat benutzt werden soll, mittelst eines Kautschukrohres m mit der Gasleitung in Verbindung gebracht. Das Ausströmungsrohr b ist oben mit einer Patte aus Platinblech verschlossen, in deren Mitte sich eine feine Oeffnung befindet, durch welche das Gas ausströmt. Das Rohr b ist mit einem Hahn versehen, durch welchen man nach Bedürfniß den Cylinder abschließt, oder die Verbindung zwischen dem Cylinder und der Oeffnung in der Platinplatte, oder endlich die Verbindung zwischen dem Cylinder und der Luft herstellt. B B ist ein cylinderförmiges Gefäß von 15 Centimeter innerer Weite, welches so weit mit Wasser gefüllt wird, daß dieses fast bis an den oberen Rand tritt, sobald die Glasröhre A mit Gas oder Luft gefüllt in denselben gebracht wird. Dieser Wasserstand ist durch eine Marke am Glase bezeichnet. Das Rohr A hat 2 Marken C und D, deren Entfernung von einander 0,3 Meter beträgt; C ist in der Entfernung von etwa 7 Centimeter von dem untern Rande des Cylinders angebracht.

Soll ein Versuch angestellt werden, so stellt man den mit Luft gefüllten Cylinder A vertikal auf den Boden des mit der erforderlichen Wassermenge gefüllten Glasgefäßes B auf. Das Wasser wird bis zu einer gewissen Höhe in den Cylinder A eintreten, aber noch unterhalb der Marke C bleiben. Hierauf öffnet man den Hahn b, so daß die Luft durch die Oeffnung in der Platte entweichen kann. In dem Verhältniß, als dies der Fall ist, tritt das Wasser in der Meßröhre in die Höhe. So wie es die Marke C passirt, beginnt die Beobachtung der Zeit nach einer Sekundenuhr. Die Luft braucht ungefähr 4 — 5 Minuten, bis sie die Marke D erreicht; der Zeitpunkt, wo sie die zweite Marke passirt, wird wieder abgelesen und zugleich die Temperatur des Thermometers notirt. Hierauf füllt man das Cylinderrohr mit dem zu prüfenden Gase und verfährt damit auf dieselbe Weise, indem man wieder die Zeitpunkte notirt, wo das Wasser die Marken C und D passirt, notirt den Thermometerstand und hat somit alle Factoren beisammen, die zur Ermittelung des specifischen Gewichtes des Gases erforderlich sind.

Ein anderer, von Lipowitz im Jahre 1860 construirter Apparat (Fig. 67) zeichnet sich durch schnelle und sichere Handhabung beim Gebrauche, geringe Zerbrechlichkeit und schnelle Ausgleichung der Temperaturunterschiede aus. Er besteht aus einem Cylinder von verzinntem Eisenblech, hat einen Durchmesser von 10 Centimeter und eine Höhe von 12 Centimeter. Bei a ist ein kurzes heberförmiges nach innen gebogenes, an beiden Enden offenes

Blechrohr, bei b ein ähnliches, jedoch nicht gebogenes angebracht. Beide Röhren sind mit kurzen Kautschukschläuchen verbunden, welche durch Quetschhähne geschlossen sind. Bei c ist ein Häkchen angebracht, mittelst dessen der Cylinder an den Wagbalken d aufgehängt werden kann. Kennt man nun die Capacität des Cylinders bei einer bestimmten Temperatur an atmosphärischer Luft nach Gewicht oder Volumen, so läßt sich der Cylinder zur Bestimmung des Gewichtes anderer Gasarten leicht anwenden. Nachdem man den Cylinder tarirt, füllt man ihn mit Gas, ist dasselbe leichter als Luft, so leitet man es durch b ein, ist es dagegen schwerer, so läßt man es durch a eintreten. Angenommen, das Gewicht der Luft im Cylinder betrage 1,126 Grm. und das Leuchtgas ergebe ein Mindergewicht von 0,567, so ist

Fig. 67.



$$1,126 - 0,567 = 0,569 \text{ Grm.}$$

das Gewicht des im Cylinder befindlichen Leuchtgases und nach der Proportion:

$$1,126 : 0,569 = 1 : x$$

ist $x = 0,496$ das specifische Gewicht desselben.

Beiläufig sei auch hier die Vorrichtung von Bosscha und Ledoir (1861) erwähnt, um die Dichte des Leuchtgases und die Aenderungen in demselben stetig beobachten zu können. In einer durch Quecksilber abgesperrten Glasglocke, in welche das Gas ein- und austreten kann, befindet sich an einer empfindlichen Zeigerwage eine große, leicht geschlossene Glaskugel. Je nach dem specifischen Gewichte des die Glaskugel umgebenden Gases ist das Gewicht der Kugel und die Anzeige der Zeigerwage verschieden. Es ist bei diesem Apparate jedoch keine Rücksicht darauf genommen, daß die Wage unrichtige Angaben macht, sobald sich an der Glaskugel Substanzen, welche im Gase in Dampfgestalt enthalten waren, verdichten.

§. 136.

3) Die photometrische Probe, die zur Werthermittelung des Leuchtgases häufig angewendet wird, ist der ähnlich, die man zur Prüfung

anderer Leuchtmaterialien verwendet. Sie wird am Ende des Abschnittes, der von den Beleuchtungsstoffen handelt, beschrieben werden.

4) Der Gasprüfer, ein von Prof. Erdmann im Jahre 1860 in die Gastechnik eingeführter Apparat zur Werthermittelung des Leuchtgases, ist in seiner Handhabung sehr einfach und giebt hinreichend genaue Resultate. In den gewöhnlichen Fällen der Prüfung eines Leuchtgases (aus Kohlen), wo es sich um Vergleichung der Leuchtkraft verschiedener Kohlengase oder eines Gases aus verschiedenen Zeiten des Betriebes handelt, liefert der Gasprüfer an sich schon den Ausdruck für den Werth desselben; in anderen selteneren Fällen ist er ein vorzügliches Mittel der Controle für die auf photometrischem Wege erlangten Daten. Der Gasprüfer beruht auf der Idee, den Werth eines Leuchtgases, welcher wesentlich von der Quantität der in demselben vorhandenen schweren Kohlenwasserstoffe abhängt, zu bestimmen aus der Menge atmosphärischer Luft, welche einer Flamme von bestimmter Größe zugeführt werden muß, um ihr alle Leuchtkraft (alles weiße Licht) zu nehmen. Die Beschreibung des Gasprüfers geben wir mit Prof. Erdmann's eigenen Worten. Der Fig. 68 in perspectivischer Ansicht, Fig. 69 im Durchschnitt dargestellte Gasprüfer hat im Wesentlichen die Einrichtung einer Bunsen'schen Lampe, deren 18 Millimeter weites, 195 Millim. langes Rohr a, unterhalb der Stelle, wo die Luft sich mit dem Gase mischen soll, zu einem 96 Millim. weiten, 11 Millim. hohen Hohlcylinder bb sich erweitert. Um die Luft eintreten zu lassen, ist in der Wand dieses Hohlcylinders ein nahe um den halben Umfang laufender, 1 Millim. weiter Schlitz c angebracht. Ueber den weiten Cylinder ist ein Ring d

Fig. 68.

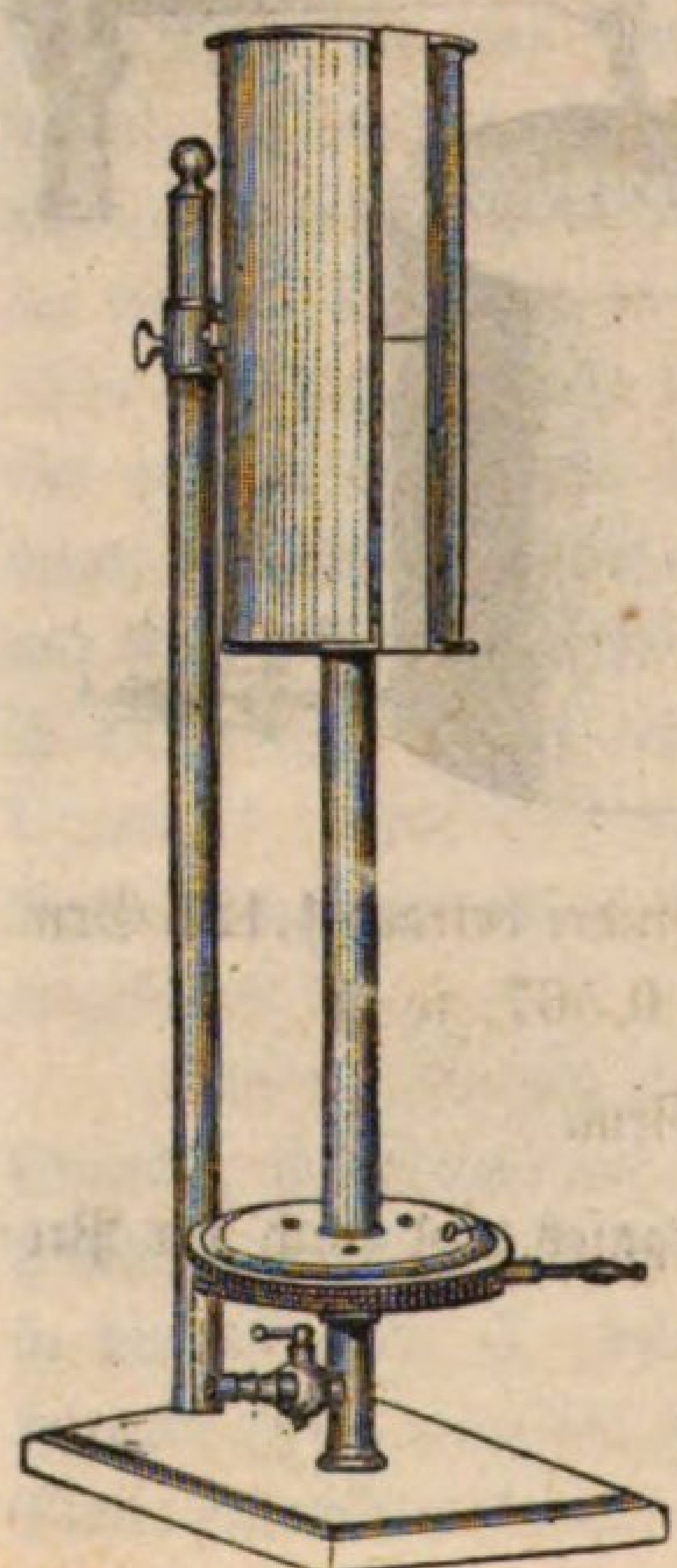
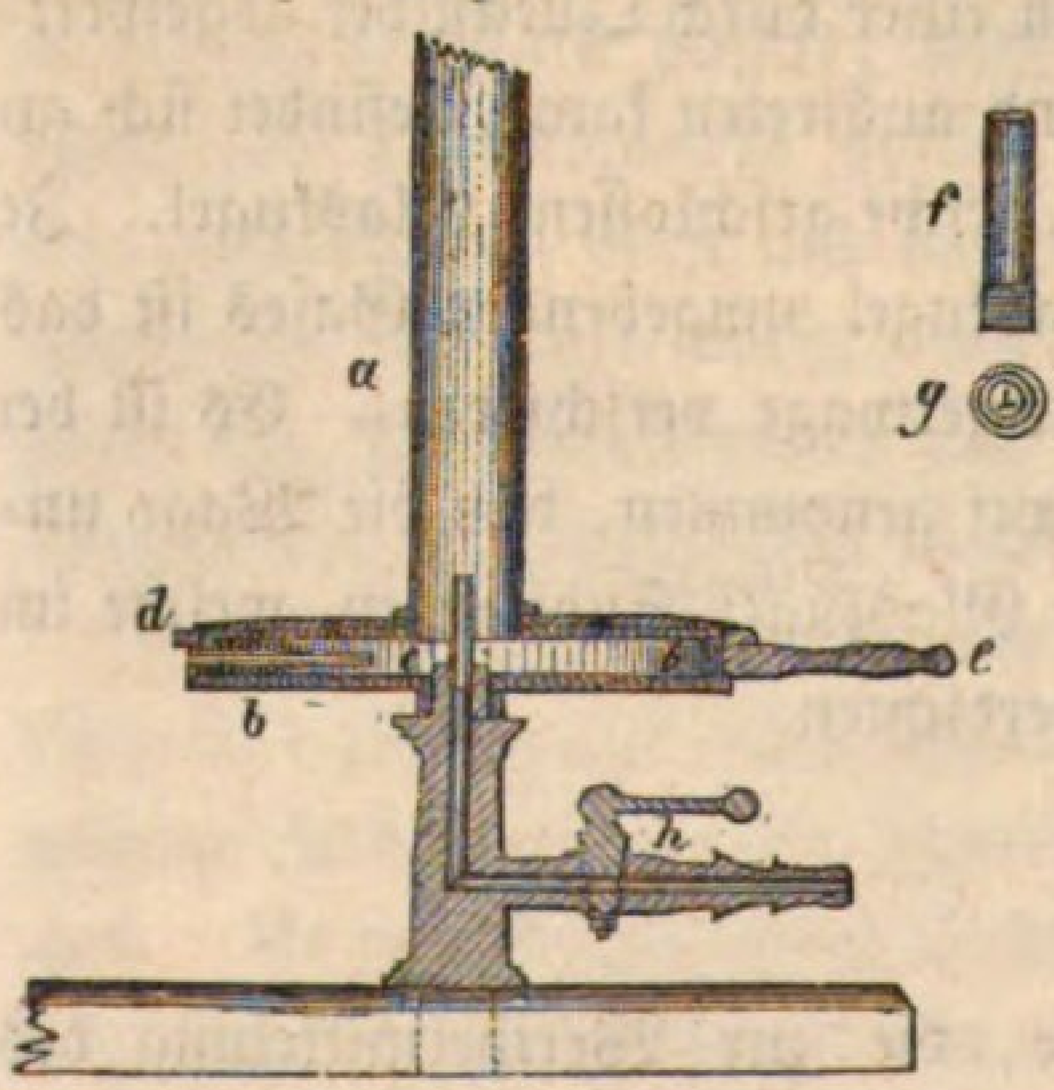


Fig. 69.



aufgeschliffen, welcher, wie der Cylinder, von einem nahe $^3/_4$ Millim. weiten, ebenfalls um den halben Kreisumfang laufenden, überall gleich weiten Spalte durchbrochen ist. So kann mittelst des durch den Handgriff e drehbaren Ringes der Schlitz im Cylinder geschlossen oder beliebig weit geöffnet und der Luft Zutritt gegeben werden. Auf der obern Fläche des weiten Cylinders ist eine um den halben Umfang laufende Kreistheilung angebracht. Der drehbare Ring aber ist mit einer Marke versehen, welche auf 0 eingestellt wird, wie Fig. 68 zeigt. Dreht man dann den Ring, so daß die Marke sich an der Theilung hinbewegt, so öffnet sich der Schlitz und man kann an der Scala die Grade ablesen, um welche die Oeffnung erfolgt ist. Der Größe dieser Oeffnung aber entspricht die Menge der in die Flamme strömenden Luft. Ueber dem Brennerrohr ist ein 80 Millim. weiter und 20 Centim. hoher Cylinder von geschwärztem Messingblech mittelst einer Stellschraube befestigt. In die vordere Seite desselben ist eine 30 Millim. breite Glasplatte eingesetzt zur Beobachtung der Flamme. In 10 Centim. Höhe ist vorn in der Glasplatte eine Linie, und derselben genau gegenüber in der inneren Wand des Cylinders eine zweite Linie eingerissen, um die Höhe der Flamme genau reguliren zu können. f und g stellen das Rohr, durch welches das Gas in das Brennerrohr einströmt, von der Seite und von oben gesehen in natürlicher Größe dar.

Die angegebenen Dimensionen, namentlich die Weite des Brenners, des Cylinders u. s. w. haben sich bei vielfachen Versuchen und Abänderungen als die zweckmäßigsten ergeben. Ein engeres Brennerrohr gewährt der Luft nicht hinreichenden Zutritt bei kohlenstoffreichen Gasen, ein engerer Cylinder erzeugt zu viel Zug und dieser vermehrt sich bei fortgesetztem Gebrauche des Apparates, indem sich der Cylinder erwärmt, wodurch die zuströmende Luftmenge vergrößert wird. Der Cylinder hat nur den Zweck, die Flamme ruhig brennen zu lassen. Um die Flamme ganz ruhig zu machen und damit die sichere Einstellung zu erleichtern ist unterhalb des Cylinders ein Trichter von nicht zu eng gewebter Drahtgaze so angebracht, daß die Luft nur durch die Maschen desselben zur Flamme gelangen kann. Ist die Drahtgaze zu dicht gewebt, so wird die Flamme zitternd. Der Trichter greift mit seinem oberen Rande etwas über den unteren Rand des Cylinders. Er ist unten mittelst eines Ringes auf dem Brennerrohr verschiebbar, so daß man ihn, um zur Flamme zu gelangen, etwa einen Zoll weit niederschieben kann. Fig. 70 zeigt diesen Trichter und seine Befestigung. Die Maschen des Gewebes sind absichtlich zu groß dargestellt, um die Zeichnung deutlicher erscheinen zu lassen.

Der Gebrauch des Apparats geschieht nun in folgender Weise: Nach-

dem man die Marke des Ringes auf 0 der Scala gestellt hat, wird der Apparat an einem möglichst dunklen Orte durch einen Gummischlauch mit der Gasröhre verbunden, worauf man das zu prüfende Gas in den Apparat einströmen läßt, anzündet und die Flamme mittelst des Hahns so regulirt, daß ihre Spitze genau die in 10 Centim. Höhe angebrachte Linie trifft. Hierbei stellt man, um Fehler der Parallaxe zu vermeiden, das Auge so, daß die Linie im Glase genau die gegenüber auf der Innenseite des Cylinders angebrachte Linie deckt. Bei ruhiger Luft und Abhalten des Athems von der Flamme, welches durch den Trichter sehr erleichtert wird, ist das Einstellen ohne Schwierigkeit zu bewirken. Nachdem die Einstellung erfolgt ist, dreht man den Ring mittelst des Handgriffes sehr langsam von Rechts nach Vorn und Links. Indem man hierdurch den Spalt öffnet, drängt die einströmende Luft in den ersten Augenblicken die Flamme hoch empor. Da hierdurch das Auge geblendet und für die späteren Beobachtungen unempfindlicher wird, so ist es am besten, während dem das Auge zur Seite zu richten. Bald sieht man, wie bei weiter fortgesetzter langsamer Drehung, wobei man immer kleine Pausen macht, die Flamme ihre Leuchtkraft verliert. Nur über dem inneren blauen Kegel zeigt sich noch eine leuchtende Spitze. Auf diese richtet man jetzt seine Aufmerksamkeit. Bei einer gewissen Oeffnung des Spalts verschwindet die letzte Spur derselben. Der helle Contour der inneren Flamme, welcher nach oben in die leuchtende Spitze überging, rundet sich jetzt ab, und die Flamme erscheint scharf begrenzt. Dreht man von diesem Punkte aus wieder rückwärts, so zeigt sich bald wieder am oberen Theile des blauen Kegels ein weißlicher Schein oder ein leuchtendes Spitzchen. Der durch einige Versuche leicht zu findende Punkt, von welchem aus die geringste Drehung rückwärts einen weißen Schein über dem blauen Kegel hervorbringt, muß festgehalten werden. Nachdem man ihn erreicht hat, zündet man an der Flamme ein dünnes Wachsstöckchen an und liest die Zahl der Grade ab, um welche man den Spalt hat öffnen müssen, um die Leuchtkraft der Flamme zu zerstören. Der Gebrauch des Apparates ist bei einiger Aufmerksamkeit leicht einzuüben und die Messungen geben bei mehrmaliger Wiederholung immer sehr nahe übereinstimmende Resultate. Eingeübt muß das Verfahren freilich werden, und es ist nöthig, das Auge an die Beobachtung der kleinen Lichtverschiedenheiten zu gewöhnen, um welche es sich handelt. Im Beobachten geübte Personen erhalten schon nach wenigen Versuchen übereinstim-

Fig. 70.



mende Zahlen. Der Verf. giebt noch einige Details, welche bei der Gasprüfung zu berücksichtigen sind, an.

Zunächst muß man den Ring sehr langsam drehen und, nachdem das erste Aufflammen vorüber ist, nach jedem Fortrücken um ungefähr 1° einige Augenblicke inne halten, damit das Gasgemisch, welches sich durch das Eintreten der Luft im Rohre gebildet hat, Zeit erhält, zur Flamme zu gelangen. Eine Flamme, welche sofort nach vergrößerter Oeffnung des Spaltes noch eine weißliche Spitze zeigt, kann dieselbe natürlich erst verlieren, nachdem das Gas, welches sich noch im Brennerrohre befindet, nach oben ausgeströmt und verbrannt ist. Ist man durch langsames Vorrücken zu dem Punkte oder über denselben hinaus gekommen, wo die leuchtende Spitze verschwunden ist und der Contour der inneren Flamme scharf begrenzt erscheint, so versucht man sehr langsam zurück zu gehen, um genau den Punkt zu ermitteln, bei welchem soeben die erste Spur eines hellen Scheines über dem inneren Flammenkegel erscheint. Man sucht diesem Punkte so nahe als möglich zu kommen, ohne ihn jedoch zu erreichen. Der Verf. pflegt, nachdem die erste Ablesung erfolgt ist, die er als eine vorläufige betrachtet, den Ring zurück zu drehen, bis die Marke auf 0 steht, und dann zunächst die Höhe der Flamme zu controliren. Dies fordert längere Zeit, denn bei der Enge der Oeffnung, aus welcher das Gas in den Brenner einströmt, vergehen mehrere Minuten, bis die Flamme ihre ursprüngliche Höhe wieder erlangen kann. Ist die Einstellung der Höhe richtig befunden oder berichtigt worden, so dreht der Verf. den Ring rasch so weit, daß die Marke auf die bei der ersten Beobachtung gefundene Zahl zu stehen kommt. Jetzt läßt er einige Zeit vergehen und sieht, ob die Flamme keine leuchtende Spitze mehr zeigt. Ist dies nicht der Fall, so geht er langsam zurück, um sich zu überzeugen, daß die erste Ablesung kein zu hohes Resultat gegeben hat. Die Resultate der zweiten Beobachtung und ihre Wiederholungen pflegen genauer zu sein als die der ersten. Jedenfalls wiederholt man die Beobachtungen, bis sie mindestens auf einen Grad genau übereinstimmen. Hierbei ist man vor Selbsttäuschungen dadurch geschützt, daß man die Scala während der Einstellung nicht sehen kann, und die Zahl, auf welche man eingestellt hat, immer erst nach dem Anzünden des Wachsstocks oder Zündhölzchens abgelesen wird. Sehr wesentlich ist, daß die Luft des Raumes, in welchem man die Gasprüfung vornimmt, staubfrei sei. Staubtheilchen, welche in die nicht leuchtende Flamme gelangen, erzeugen darin leuchtende Fünkchen und Flämmchen, welche die Wahrnehmung des Punktes, bei dem die leuchtende Spitze über dem blauen Flammenkegel verschwindet, erschweren und die Messung ungenau machen.

Die Grade der Scala des Gasprüfers drücken keine absoluten Werthe

aus, ihre Größe ist willkürlich bestimmt und sie geben nur Verhältnißzahlen. Ein Gas ist um so mehr fähig Licht zu entwickeln, je weiter der Spalt geöffnet werden muß, um das Leuchtvermögen der Flamme zu vernichten. In einer ausführlicheren Beschreibung des Gasprüfers, hat der Verf. die Versuche beschrieben, aus welchen sich ergiebt, daß die zur Zerstörung des Leuchtvermögens eines Leuchtgases erforderliche Luftmenge diesem Leuchtvermögen sehr nahe proportional ist. Einige dabei erhaltene Resultate führt er im Folgenden an.

Das Leuchtgas (Kohlengas) der Stadt Leipzig forderte zur Zeit der Versuche, welche der Verf. zur Begründung des Gasprüfers ausführte, 35 bis 38° Spaltöffnung des Apparates. Der Verf. drückt diese Beschaffenheit aus, indem er das Gas als 35- bis 38grädig oder als Gas von 35° oder 38° bezeichnet. Mit Leuchtgas, dessen Grädigkeit jeden Tag bestimmt und nach seinem Gehalt in Rechnung gebracht wurde, mischte er reines ölbildendes Gas. Es ergab sich aus zahlreichen Versuchen, daß die Beimischung von je 5 Proc. ölbildendem Gas zum Leuchtgas dessen Grädigkeit um 5,5° erhöht. Die Uebereinstimmung der gefundenen Zahlen und der nach diesem Wirkungswerth berechneten ersieht man aus folgender Zusammenstellung:

							Gef. Mittel	Berechnet
95	Leuchtgas	von	35°	mit	5	ölbildendem Gas	38,5°	38,7°
90	„	„	35°	„	10	„ „	42,7°	42,5°
87,5	„	„	36°	„	12,5	„ „	45,2°	45,3°
85	„	„	35°	„	15	„ „	46,5°	46,2°
80	„	„	35°	„	20	„ „	50,3°	50,0°

In der Gasanstalt zu Meiningen wurde das Kohlengas in den verschiedenen Stadien seiner Bereitung mittelst des Gasprüfers untersucht. Es ergaben sich folgende Werthe:

direct aus den Retorten genommen .	22°
nach dem Waschen	24°
nach dem Reinigen	25°
aus dem Gasometer	31°
2000 Fuß entfernt von der Gasanstalt aus dem Röhrensysteme genommen	34°

In Dresden ergab das Kohlengas nach 64 im Jahre 1860 angestellten Beobachtungen durchschnittlich 33,515° des Gasprüfers.

§. 137.

VI. Das Gas am Consumtionsorte.

Seitdem man in der Gasfabrikation das ehedem gebräuchliche Verfahren, die Zahlung von Seiten des Gasconsumenten nach den einzelnen Flammen zu erheben, durch das weit zweckmäßigere ersetzt hat, das Gas dem Volumen nach an den Consumenten abzugeben, hat man allgemein die Gas-

uhren (Gasmesser, Compteurs, compteurs de gaz d'abonnés[1]), *gas-clocks or gas-meters*) eingeführt, mittelst denen das an einen jeden Gasconsumenten abgegebene Gasquantum (nach Cubikfußen oder Cubikmetern) gemessen werden kann.

Die Gasuhren lassen sich in zwei Abtheilungen bringen, je nachdem man dabei ohne oder mit Wasser oder einer anderen Sperrflüssigkeit operirt. Erstere, die trocknen Gasuhren[2]) (compteurs secs, *dry meters, pneumatic gas measurer*), in den meisten der vorgeschlagenen Constructionen übereinstimmend mit ledernen Blasebälgen oder anderen cylindrischen oder radförmigen Windgebläsen, sind heutzutage fast überall außer Gebrauch gesetzt, weil die elastischen Wandungen und deren Scharnire leicht die nöthige Beweglichkeit verlieren. Außerdem ist nicht zu übersehen, daß die dabei erforderlichen Ventile sowohl constructiv als beim Messen zu Fehlerquellen Veranlassung geben[3]).

Was die nassen Gasuhren (compteurs hydraulics, *wet meters*) anlangt, so kann man wieder solche unterscheiden, wo der Meßapparat

a) wie bei der ersten, im Jahr 1815 von S. Clegg construirten Gasuhr und dem im Jahre 1861 von Hansen[4]) beschriebenen Gasmeßapparat aus abwechselnd vertikal auf- und absteigenden Glocken besteht, nach Art der großen Gasbehälter und wo die Sperrflüssigkeit nicht wie bei der zweiten Art (b) zugleich das Meßvolumen mit bestimmt;

b) in seinem Haupttheil aus einer mit Abtheilungen oder Kammern versehenen cylindrischen Blechtrommel besteht, welche sich in einem größeren metallenen Gehäuse um eine horizontale Axe dreht (System der rotirenden Trommel).

Die nasse Gasuhr mit rotirender Trommel ist 1817 von Clegg erfunden worden; später wurde dieselbe von Malam und Crosley wesentlich verbessert.

Eine derartige Gasuhr von der gegenwärtig allgemein üblichen Construction ist in den Figuren 71, 72, 73 und 74 abgebildet. Sie besteht aus einem cylindrischen Gehäuse aus Weißblech oder aus Gußeisen, in welchem sich eine auf einer Welle befestigte, vierkammerige Trommel, die

---

[1]) Zum Unterschied von dem Compteur d'usines. Vergl. Seite 292.

[2]) Eine ausführliche Beschreibung der trocknen Gasuhren liefert Clegg, Traité pratique du gaz d'éclairage, Paris 1860 p. 257 — 264.

[3]) Vergl. M. Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, Braunschweig 1862, Bd. I. p. 122.

[4]) Vergl. Journal für Gasbeleuchtung 1861 p. 242.

reichlich bis zur Hälfte im Wasser liegt, unter dem Drucke des Gases und der, durch denselben zu gleicher Zeit bedingten ungleichen Wasserstände der Gas

Fig. 71.

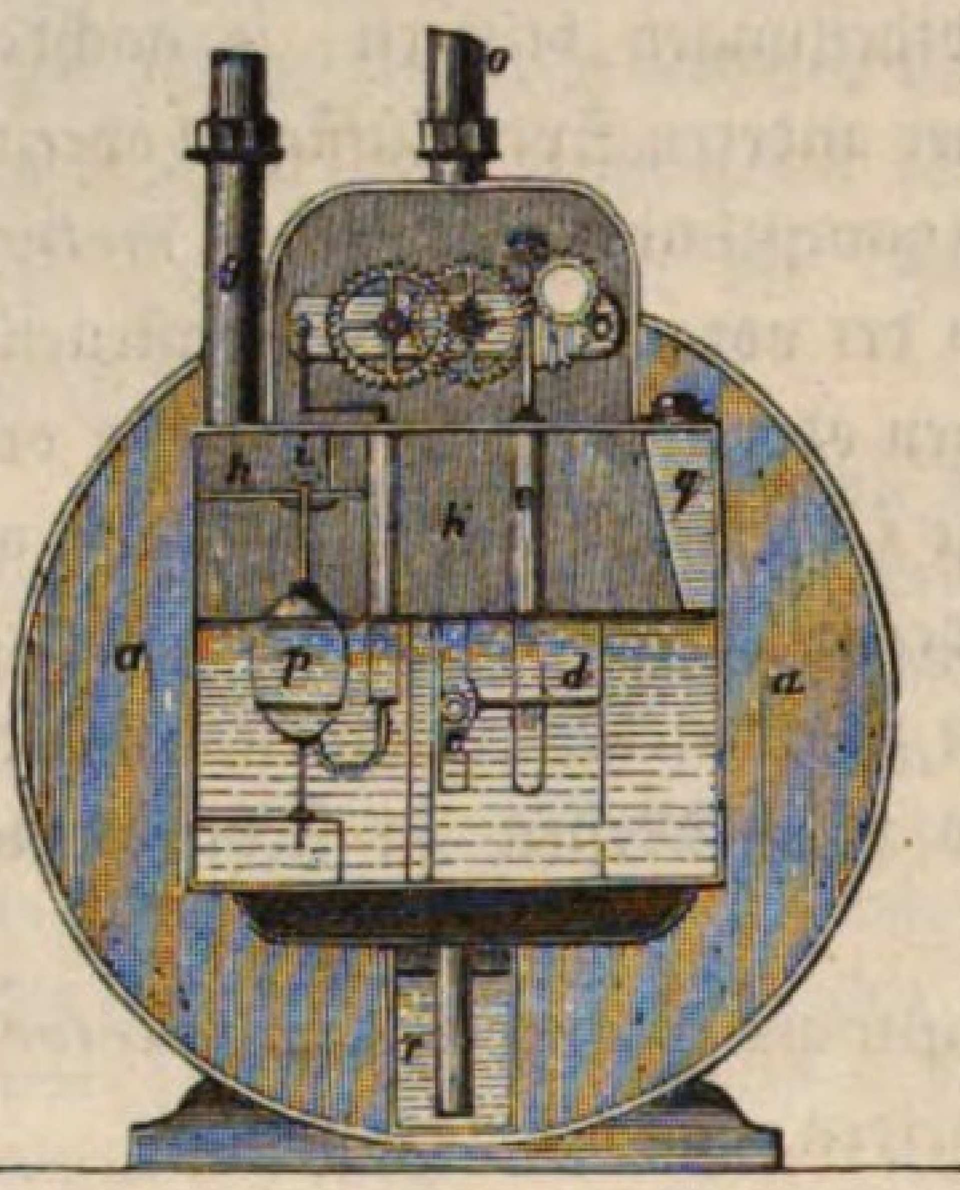
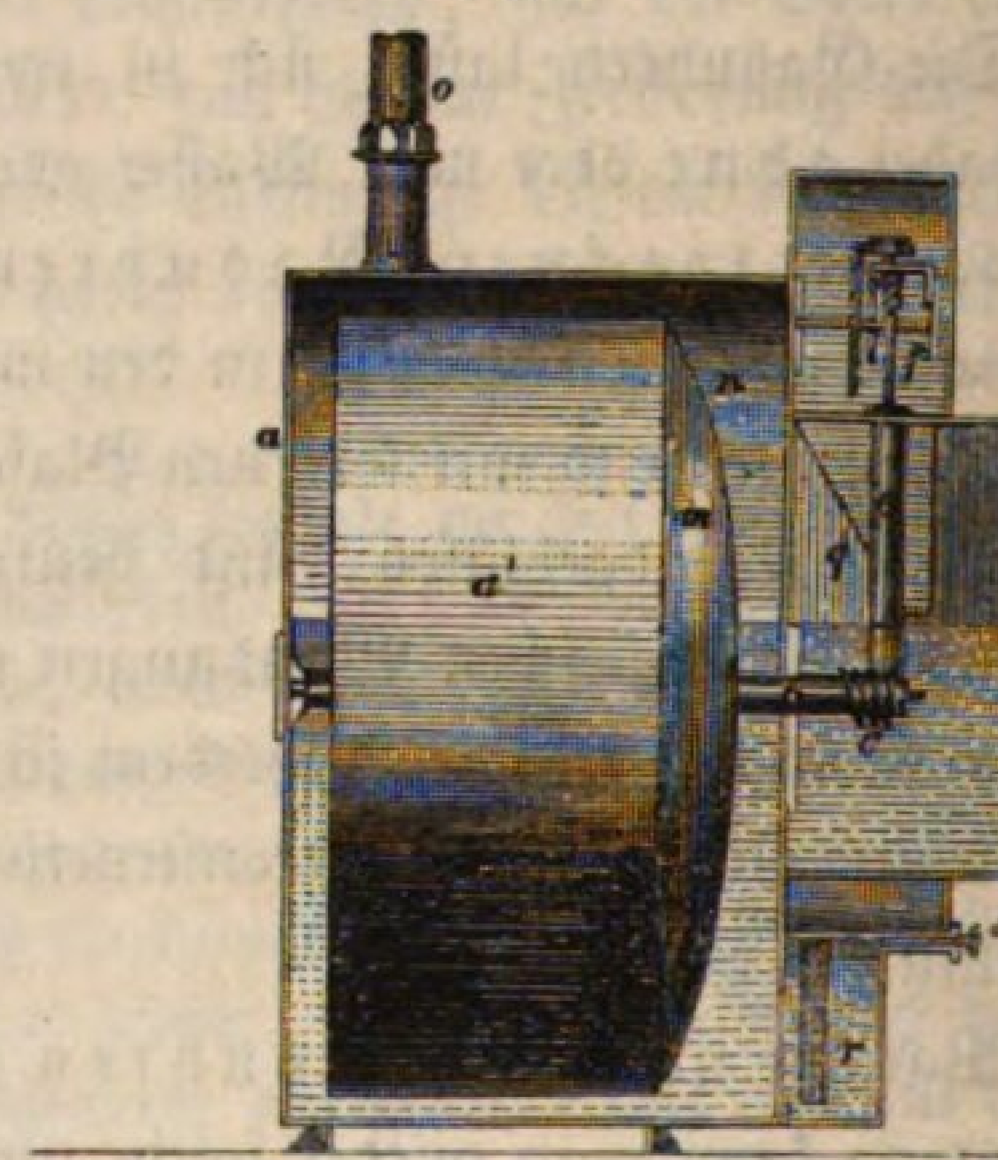


Fig. 72.



aufnehmenden und Gas abgebenden Trommelabtheilungen sich dreht, während die Axe der Trommel eine Zählvorrichtung in Bewegung setzt, um die

Fig. 73.

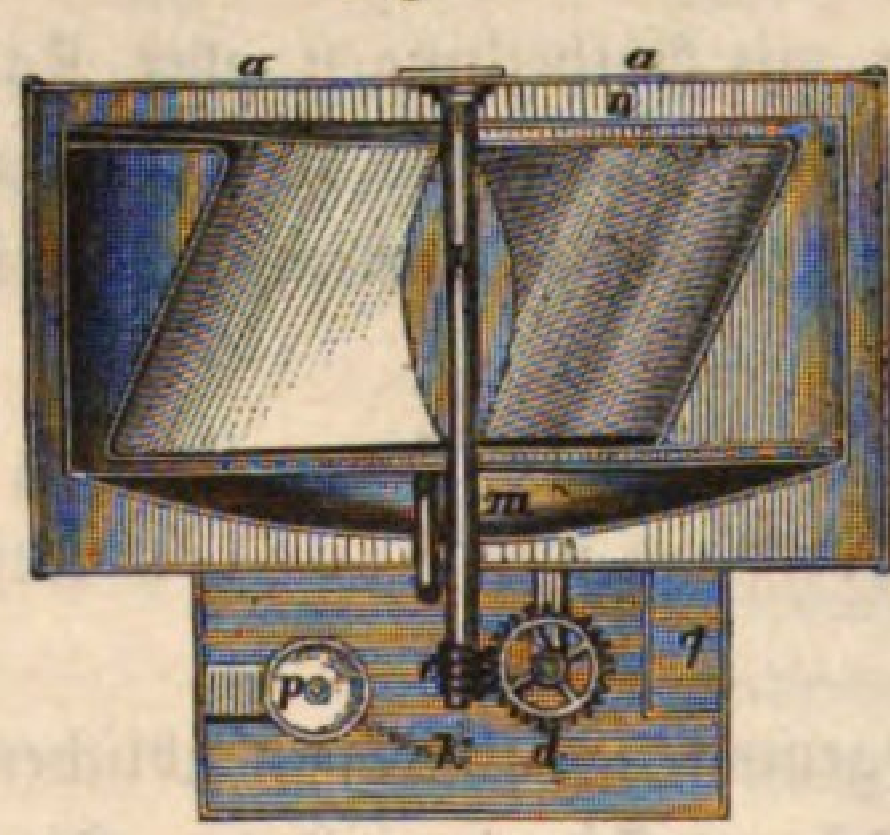
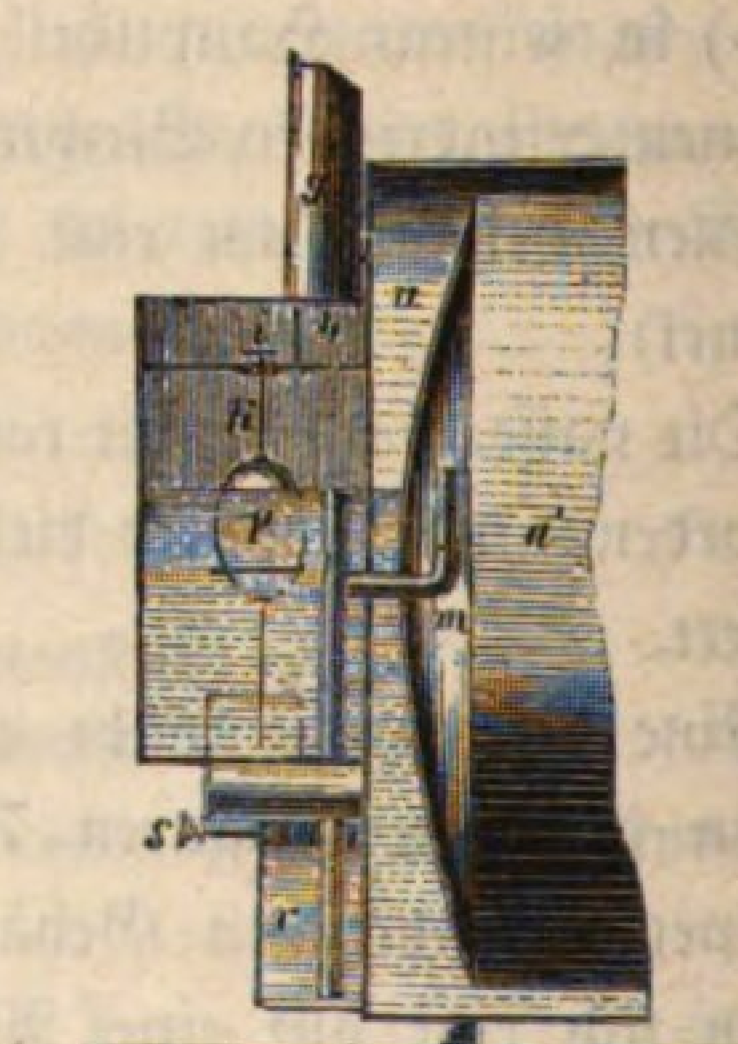


Fig. 74.



Zahl der Trommelumgänge, somit das durchgegangene Gas nach Cubikfußen zu zählen. Fig. 72 zeigt den Apparat, die Deckplatte weggedacht, welche den vorderen Theil, der zur Aufnahme der Regulirvorrichtungen bestimmt ist, verschließt, Fig. 71 zeigt den Apparat in der *einen* Seitenansicht, Fig. 73 in der anderen, Fig. 74 endlich giebt einen horizontalen, über der Trommelaxe angenommenen Durchschnitt. a ist das Gehäuse, a′ die Trom-

mel, b die Trommelaxe, auf welcher die endlose Schraube c befestigt ist, die in das Rad d eingreift und die Anzahl der Trommelumdrehungen durch die Welle e auf das Uhrwerk f überträgt. Durch g tritt das Gas in den Kasten h, gelangt durch das Ventil i in den Raum k, durch das gebogene Rohr l in den vorderen Raum m der Trommel und aus dieser in die einzelnen Trommelabtheilungen. Aus den letzteren gelangt das Gas in den Raum n, in welchem es sich ansammelt und geht durch das Rohr o in die Privatröhrenleitung über. i ist das Schwimmerventil, p der Schwimmer, q das Wasserfüllrohr, r der Wasserkasten für überflüssiges Wasser und s die Schraube zum Ablassen desselben. Wird nun der Haupthahn einer Privatröhrenleitung geöffnet, so strömt das Gas in die Gasuhr; ist der Brennerhahn geschlossen, so bleibt die Trommel ruhig liegen, sobald aber Gas consumirt wird, rotirt die Trommel und das Uhrwerk registrirt das durch die Uhr gegangene Gas. Das Uhrwerk hat eine decimale Uebersetzung, in der Art, daß das erste Zifferblatt je 1, das zweite je 10, das dritte je 100 u. s. w. Cubikfuß Gas registrirt, und mithin nur die durch die Zeiger bezeichneten Zahlen hintereinander auszusprechen sind, um das Gesammtquantum des durch die Gasuhr geströmten Gases auszudrücken. Geben z. B. die Zeiger die Zahlen 5, 3, 5, 2 und 8 an, so sind 53,528 Cubikfuß Gas durch den Apparat gegangen.

Der Wasserstand in der Trommel muß behufs der richtigen Messung des Gases stets ein normaler sein. Das Sinken des Wasserstandes vermehrt die Menge des durchgehenden Gases, benachtheiligt also das Gaswerk. Wenn nun auch die Schwimmervorrichtung dem zu tiefen Sinken des Wasserspiegels vorbeugt, so kann doch die Wirkung des Schwimmers, nämlich der Verschluß des Ventiles, erst dann eintreten, wenn der Wasserspiegel sehr merklich gesunken ist; denn es ist völlig unzulässig, das Ventil so einzurichten, daß es schon beim geringsten Sinken des Wasserspiegels sich schließt, weil ein so empfindliches Ventil selbst bei normalem Wasserstande durch andere Zufälle sich schließen könnte und dann das plötzliche Verlöschen aller Gasflammen zur Folge haben würde. Unter den vielfachen Mitteln, die ersonnen worden sind, um den Wasserstand so viel als möglich in gleicher Höhe zu erhalten, seien folgende erwähnt:

Die Gasuhr mit dem Löffelmechanismus von Siry Lizars (Fig. 75), in welcher die Constanthaltung des Wasserstandes durch eine Löffelvorrichtung bewirkt wird, welche durch ein an der Vertikalwelle n befestigtes Hebelwerk k und l abwechselnd sich hebt und senkt. Der Stift k ist rechtwinklig gebogen und am Zahnrad m befestigt, so daß er sich mit diesem um die Axe n herum bewegt; der gebogene Draht k sitzt am Stützpunkt des Löffels un

schleift auf dem horizontal gebogenen Arm von l herum, so daß er je nach seiner Stellung den langen Arm des Löffels e hebt und fallen läßt. Die Figur zeigt den Löffel in seiner höchsten Stellung, wo er das geschöpfte Wasser aus dem kleinen Arm q auslaufen läßt.

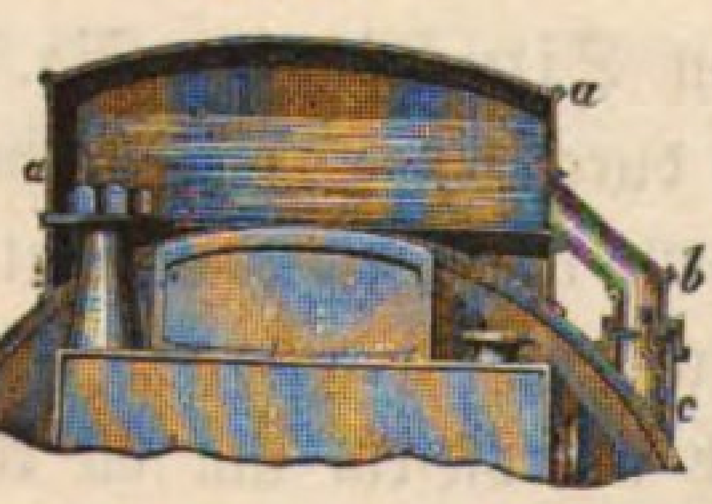
Fig. 75.



Die Wasserbehälter liegen einer vor dem andern; der vordere h,h bildet das Schöpfreservoir, der hintere enthält die Trommel und bestimmt durch die Höhe seiner vorderen Wand den richtigen Wasserstand, so daß alles überschüssige Wasser, welches etwa durch den Löffel geschöpft wird, über die Wand in das Schöpfreservoir zurückfließt. Damit das Wasser in dem letzteren nicht zu hoch steigen kann, ist das Rohr d angebracht, welches in das Reservoir g,g führt und alles übertretende Wasser in dieses abfließen läßt. Das Reservoir g,g wird durch das Rohr f,f von Außen entleert. Das Rohr ist doppelt gebogen, damit unter allen Umständen ein Wasserschluß bleibt. Durch das Einströmungsrohr a gelangt das Gas in den Kasten O und von da in das Rohr o, welches mit einem rechtwinkelig nach Hinten abzweigenden Arm in die Trommel r führt, während sein unteres Ende in das Reservoir g,g hinunter reicht und zwar in eine Vertiefung desselben, so daß stets ein Wasserverschluß stattfindet. Der Schwimmer i liegt abweichend von der gewöhnlichen Construction vor dem Ausgangsrohr b. Das Ventil ist im Kasten p enthalten. Die Verfertiger machen besonders noch darauf aufmerksam, daß ihre Gasuhr keine Scheidewand zwischen dem Vordertheil und der Trommel mehr enthält, bei deren Schadhaftwerdung ungemessenes Gas durch die Uhr geht. Die neue Uhr enthält durchaus nur gemessenes Gas, außer im Eingangsrohr zwischen der Trommel und der Verbindungsschraube; dadurch ist jeder Defraudation vorgebeugt.

Prenzler's und Dieckmann's Flaschenapparat läßt sich, nach dem von M. Rühlmann über diese Vorrichtung gegebenen günstigen Bericht bei jeder bereits in Gebrauch befindlichen Gasuhr mit Leichtigkeit anbringen.

Fig. 76.



Diese Vorrichtung (Fig. 76) oder der Speiseapparat a b beruht auf demselben Princip, welches man bei den sogenannten Flaschenlampen anwendet, wo bekanntlich durch ein leicht abzuhebendes Oelgefäß (die Flasche) mit Selbstsperrung die Veränderlichkeit des

Oelniveaus auf sehr kleine Schwankungen eingeschränkt wird, und zwar indem man dabei den Ausfluß der tropfbaren Flüssigkeit durch den Luftdruck hemmt. Die Zeichnung zeigt den Speiseapparat im Vertikaldurchschnitt, und zwar in seiner Verbindung mit einer gewöhnlichen Gasuhr. Dabei ist a a der Behälter (die Flasche) für das Speisewasser, welches letztere durch ein Knierohr b mit dem bekannten Füllrohre c ꝛc. mit dem Sperrwasser im Innern der Gasuhr in Communication gesetzt ist. Ein zwischen b und c durch eine kleine Kugel gebildetes Ventil ist bei der Stellung des Apparates, wie der Holzschnitt zeigt, geöffnet, und zwar dadurch, daß ein mit c verbundenes Stäbchen die Kugel am gehörigen Niedergange hindert, welchen der Verschluß erfordern würde. Dagegen wird das Kugelventil im Momente des ersten Aufsetzens des vorher mit Wasser gefüllten Apparats wirksam, indem es beim Umkehren desselben und beim Ineinanderstecken der Rohrenden b und c ein zu frühes Ausfließen des Speisewassers verhindert.

Der Wasserstandregulator für Gasuhren von Schäffer und Walcker läßt sich ebenso wie der vorige Apparat an jeder gewöhnlichen Gasuhr anbringen (Fig. 77), obgleich es vortheilhafter ist, wenn man sich eines neuen Gasmessers bedient, in welchem die Einrichtung zur selbstthätigen Regulirung des Wasserstandes gleich Anfangs eingerichtet ist (Fig. 78).

Fig. 77.

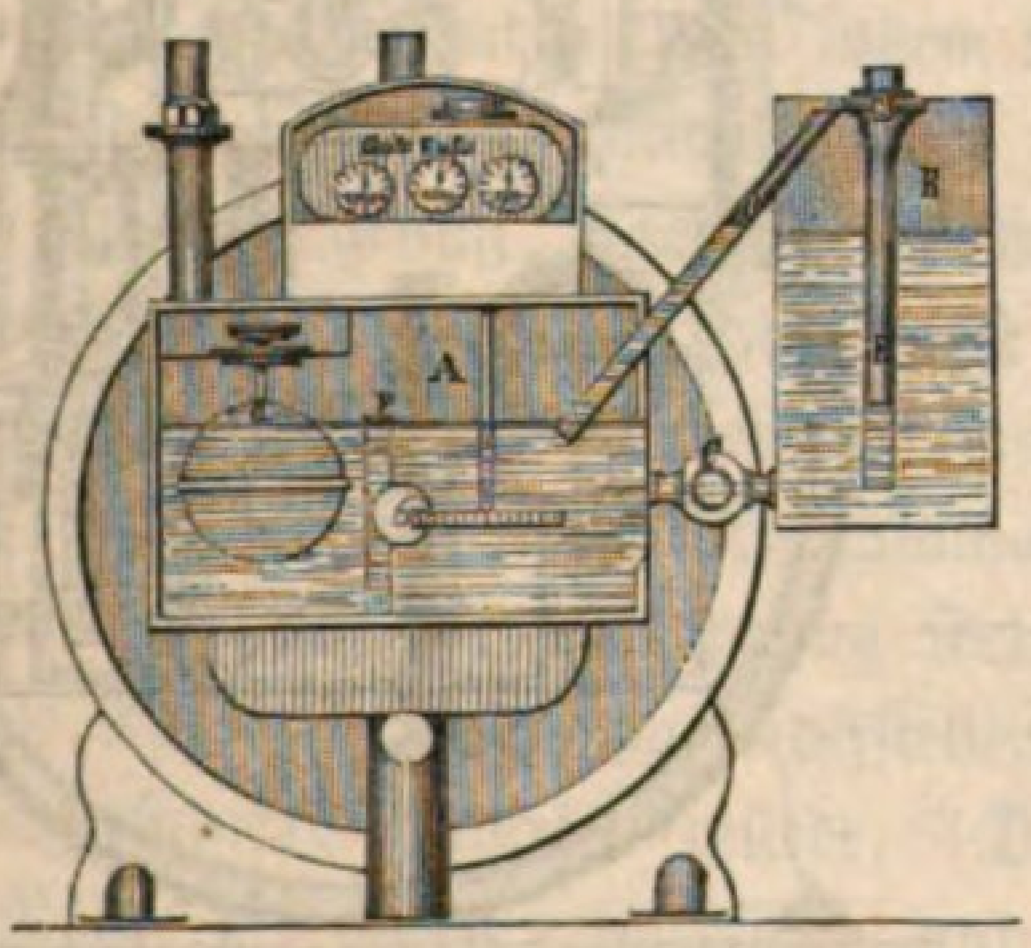
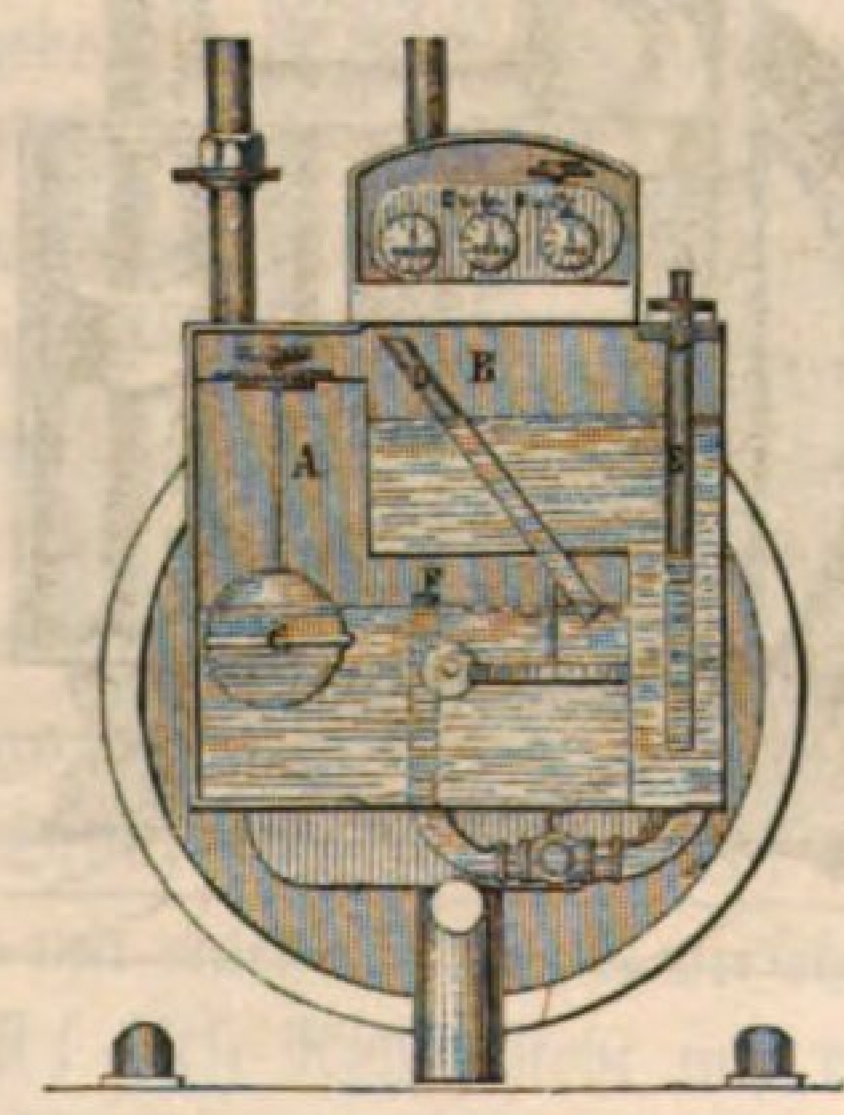


Fig. 78.



Mit dem vorderen Kasten A der Gaszähler ist im Gefäß B durch einen Sperrhahn C und ein Rohr D verbunden, so daß das Gefäß B (bei Fig. 77) bei alten Gasmessern außerhalb, bei neu eingerichteten (Fig. 78) innerhalb des vorderen Kastens A angebracht ist. Der Hahn C verbindet den Kasten A mit dem Kasten A unterhalb des tiefsten Wasserstandes und wird beim Füllen

geschlossen; das Rohr D reicht von dem höchsten Wasserstande im Kasten A bis nahe an den Oberboden des Gefäßes B; das Füllungsrohr E reicht bis unter den tiefsten Wasserstand von A, unter welchen auch der Wasserstand von B nie sinkt, denn vorher schließt der Schwimmer C durch das mit ihm verbundene Ventil den Gaszufluß ab, und es bleibt somit das Rohr E stets mit Wasser geschlossen. Sinkt der Wasserstand in dem Kasten A bis unter die Oeffnung des Rohres D, so steigen so lange die Gasblasen in demselben nach dem Kasten B auf und ein gleiches Volumen Wasser läuft in Folge dessen von B durch den Hahn C nach A, bis der Wasserspiegel mit der oberen Kante des Rohres C in gleicher Linie stehend wieder hergestellt ist. Das Rohr F schützt vor Ueberfüllung. Bei dem Nachfüllen des Regulirkastens B wird das Wasser durch E eingegossen, nachdem zuvor der Hahn C geschlossen wurde. Das in B etwa vorhandene Gas strömt dann durch D nach A zurück. Das Uebrige ergiebt sich aus der Abbildung.

Zuletzt sei noch die von Williams construirte verbesserte Gasuhr beschrieben, welche Fig. 79 in perspectivischer Ansicht, Fig. 80 im Aufriß,

Fig. 79.

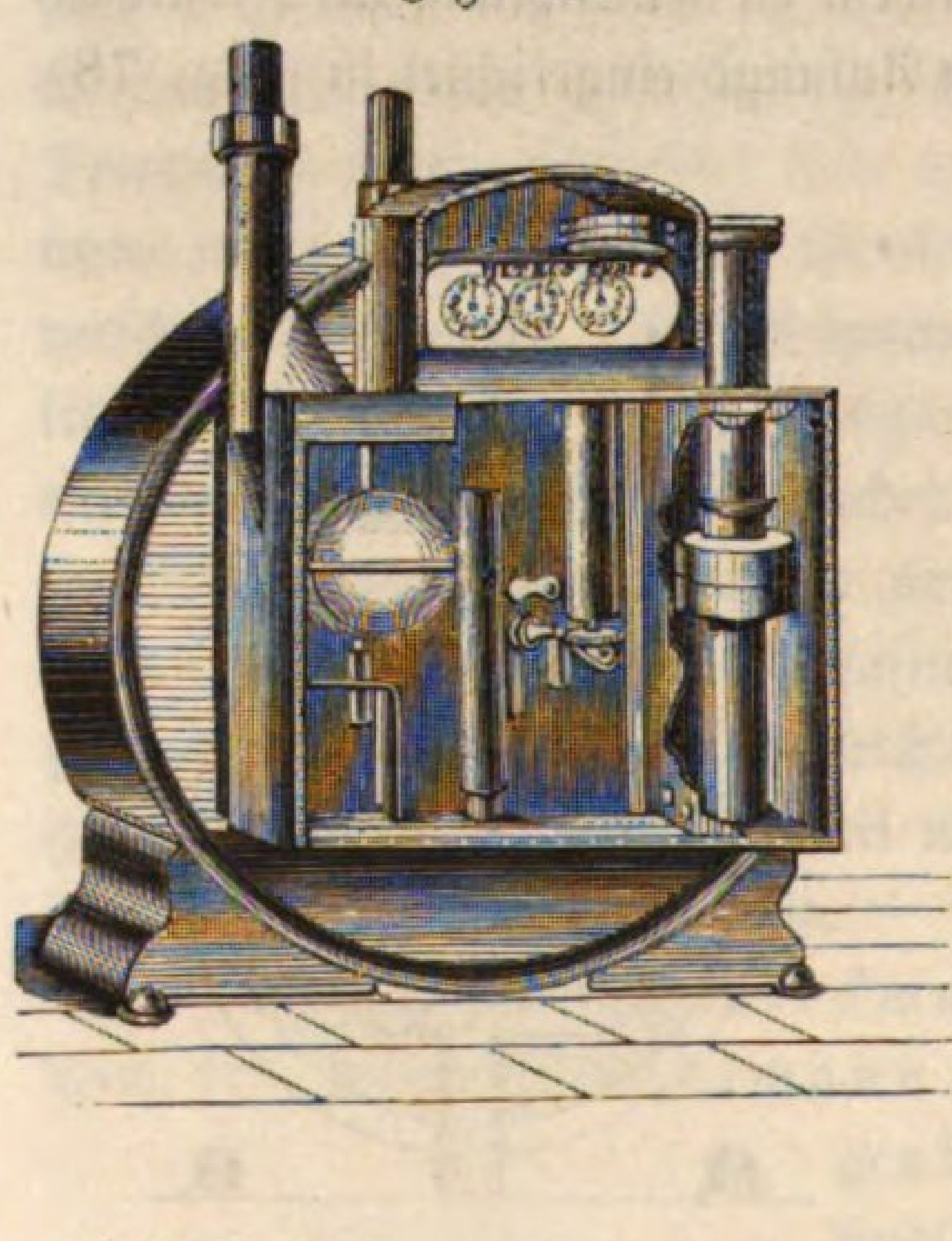
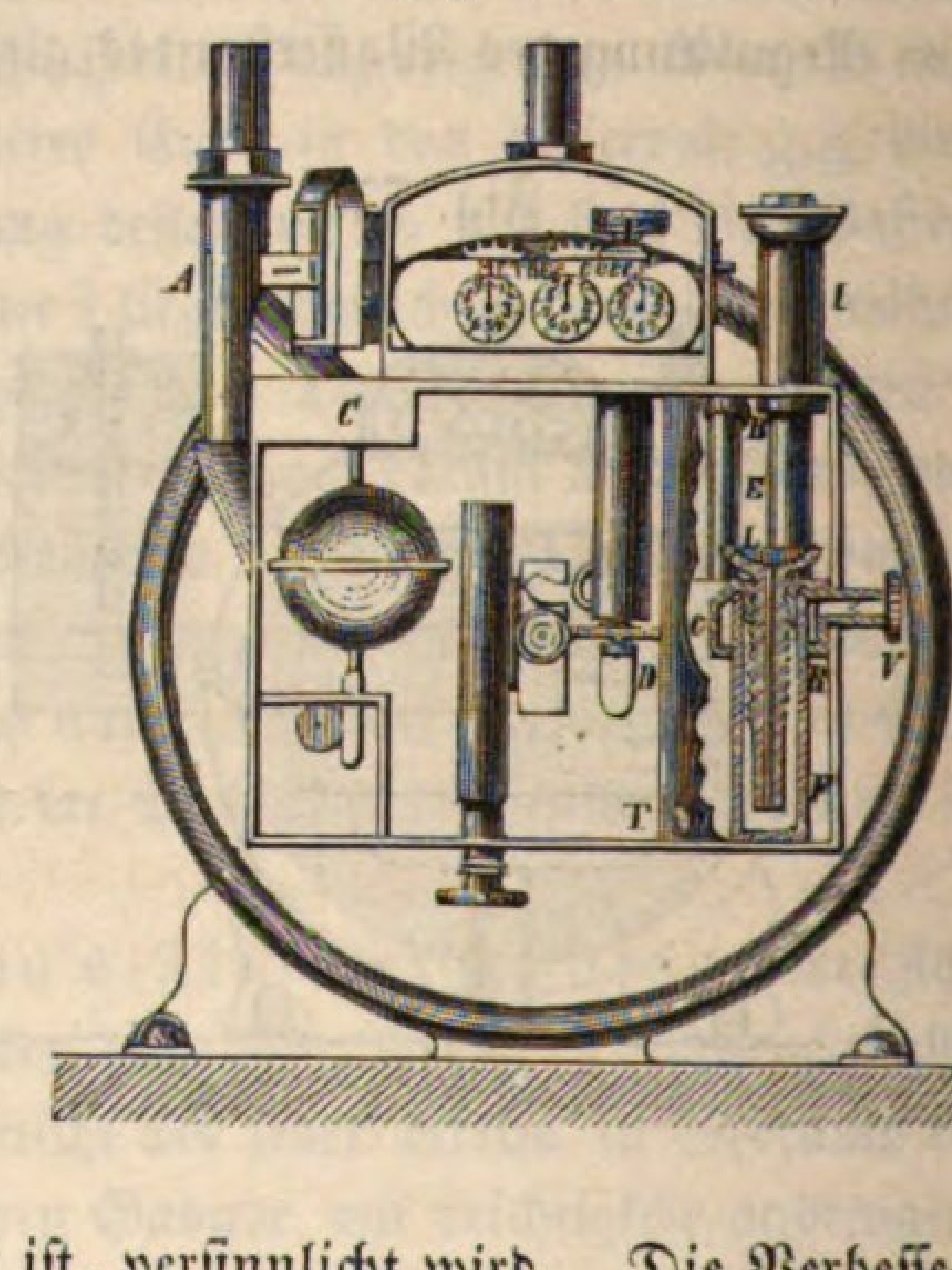


Fig. 80.



wobei die Vorderwand entfernt gedacht ist, versinnlicht wird. Die Verbesserungen sind folgende: 1) Eine neue Einrichtung der Gaszuleitungsröhre A, welche nicht senkrecht auf der viereckigen Büchse der Uhr steht und an die Kammer des Flügelrades angelehnt, sondern seitwärts und von letzterer isolirt ist; es ist somit unmöglich, Gas zu erhalten, welches nicht durch das Rad gegangen ist. 2) Die kleine Büchse C, in welcher das Ventil des

Schwimmers sich befindet, besteht aus Blei; auch die Wand der Kammer, welche zwischen dem Raume des Rades und des Diaphragmas D liegt, ist mit Blei überkleidet; dadurch wird der Durchlöcherung dieser Wand in Folge von Oxydation vorgebeugt, welche das Durchgehen des Gases in die Radkammer ohne Bewegung des Rades zur Folge haben müßte. Diese Verbesserung ist jedenfalls eine sehr wesentliche; sie macht eine große Benachtheiligung der Gasanstalten unmöglich. 3) Das Wasserrohr und der Regulator des Mechanismus sind durch ein verticales Diaphragma D in der viereckigen Büchse der Uhr getrennt. Dieses Diaphragma ist an die Mittelwand der Radkammer angelöthet, und biegt sich dann so um, daß es den Regulator und das Wassereinführungsrohr vollständig umgiebt; es ist an seinem ganzen Umfang angelöthet und stellt die Verbindung mit dem Rest der Büchse nur durch eine Reihe der Löcher T her, die im unteren Theil derselben angebracht sind und durch welche das Wasser sich zu beiden Seiten des Diaphragmas auf gleiche Höhe stellt. Die kleine Abtheilung, welche durch diese Zwischenwand in der viereckigen Büchse gebildet wird, kann nur gemessenes Gas empfangen, und es kann daher jede betrügerische Veränderung am Wasserrohr oder am Regulator doch nur gemessenes Gas nach außen führen. 4) Die Form des Wasserrohres I ist die eines Hebers; er befindet sich in der Abtheilung E, und erhält das Wasser aus einer Schale, die in der Höhe des Winkels derjenigen Büchse angebracht ist, welche das Uhrwerk enthält; das Wasser fließt in die Radkammer, indem das gebogene Ende des Hebers durch eine besondere Oeffnung hindurchgeht. Dieses Heberrohr steht mit seinem unteren Knie tief genug, damit dessen hydraulischer Schluß jedem Uebermaß von Druck widerstehen kann; aber selbst wenn das Wasserrohr sich ganz entleerte, könnte es doch nur gemessenes Gas nach außen führen. 5) Der Regulator ist aus mehreren Stücken zusammengesetzt, welche aus verschiedenen Metallen bestehen, die stark genug sind, um jedem Durchbohrungsversuch durch die Auslaufschraube zu widerstehen, was eine Erniedrigung des Normal-Wasserstandes bewirken würde. Diese Stücke sind folgende: 1) eine eiserne Röhre F, unten geschlossen, und oben mit einem Rande R versehen, der aus Kupfer besteht und an C angelöthet ist; diese Röhre steht mit dem Aeußeren nur durch zwei Oeffnungen in Verbindung, welche rechtwinkelig auf der Auslaufschraube V stehen, die das überschüssige Wasser entläßt; 2) eine kupferne Umhüllung des Rohres F, an welches sie an allen Berührungspunkten angelöthet ist; diese Umhüllung ist mit einer Mutter für die Regulatorschraube L versehen; 3) eine Röhre aus weichem Metall L, welche in der Hälfte ihrer Länge mit Schraubengängen versehen ist, und oben in eine Schale endigt; sie dient dazu, um in den Regulator, also nach außen,

das überschüssige Wasser überlaufen zu lassen, indem ihre obere Oeffnung dem Normal-Wasserstande entspricht. Der Unterschied in der Härte des Metalls der Regulirschraube und ihrer Mutter gestattet eine feste Dichtung ohne Löthung. Die eiserne Röhre F und die kupferne Hülle G sind so weit, daß die Erniedrigung des Wasserstandes, welche durch Einblasen im Rohr L bewirkt werden könnte, in jenen Theilen in Folge der dargebotenen größeren Oberfläche eine geringere Erhöhung bewirkt. Der Regulator ist in Bezug auf seine Höhe umfangreicher als gewöhnlich, und bedingt daher eine Vergrößerung des Gehäuses der Uhr.

Alle Vorrichtungen, welche einen constanten Wasserstand in der Gasuhr herbeizuführen bestimmt sind, werden sämmtlich mehr oder minder überflüssig, sobald man zur Füllflüssigkeit nicht Wasser, sondern eine andere nimmt, wie dies u. a. beim Glycerin der Fall ist, welche außerdem auch noch das Einfrieren der Gasuhren verhindert [1]). Beim Aufstellen derselben ist es überhaupt von Wichtigkeit, einen Ort zu wählen, an welchem keine Gefahr für das Einfrieren des Füllwassers vorhanden ist.

Was die Dimensionen der Gasuhren betrifft, so hat man größere und kleinere, je nach der Anzahl der Flammen, für welche sie bestimmt sind. Bei der kleinsten Sorte, welche für drei Flammen bestimmt sind, beträgt der Durchmesser der Trommel 27 Centimeter, bei 10flammigen 45 und bei 20flammigen 50 Centimeter [2]).

§. 138.

Die Brenner (becs à gaz, bruleurs, *burners*), aus denen das Gas ausströmt, um die Flamme zu bilden, sind von Eisen (früher auch von Messing), Porcellan oder Speckstein. Letztere, in Süddeutschland sehr verbreitet, führen den Namen Lavabrenner. Die Brenner aus Porcellan und Speckstein haben vor denen aus Eisen den Vorzug, daß sich die Gasausströmungsöffnungen nie, wie sonst bei Metall, durch Orydation verstopfen.

Je nach der Form der Flamme unterscheidet man Strahl- und Flachbrenner. Bei dem Strahlbrenner strömt das Gas aus einer (oder

---

[1]) Vergleiche die sich hierauf beziehenden Arbeiten von Bonnet und von Reißig in Wagners Jahresbericht 1860 p. 610; 1862 p. 711.

[2]) Ueber die Störungen, die bei der Gasuhr, sowohl zum Schaden der Fabrik, als auch zu dem des Consumenten eintreten können, vergleiche Heeren in meinem Jahresbericht 1859 p. 664.

drei) senkrecht gebohrten feinen Oeffnung aus und bildet einen Flammenstrahl von kreisrundem Querschnitt. Diese Flammenform ist für die Leuchtkraft eines Gases die unvortheilhafteste, weil ein großer Theil der ausgeschiedenen Kohlepartikelchen im Innern der Flamme aus Mangel an Sauerstoff nicht bis zum Glühen erhitzt wird. Bei dem Flachbrenner bildet sich die flache Flamme durch einen Schnitt (Schnittbrenner) oder durch zwei in den Brenner gebohrte Löcher, die unter einem Winkel gegen einander geneigt sind (Zweiloch- oder Manchesterbrenner).

Die hauptsächlichsten Arten der Gasbrenner sind folgende:

1) Der Einlochbrenner (simple jet, *simple jet*), wie er Fig. 81 in a, b und c in drei verschiedenen Formen abgebildet ist, besteht aus einem kurzen, hohlen Cylinder, der oben durch eine mit einem feinen Loche versehene Deckplatte verschlossen ist. Das untere Ende ist entweder konisch abgedreht oder mit einem Schraubengewinde versehen.

Fig. 82.

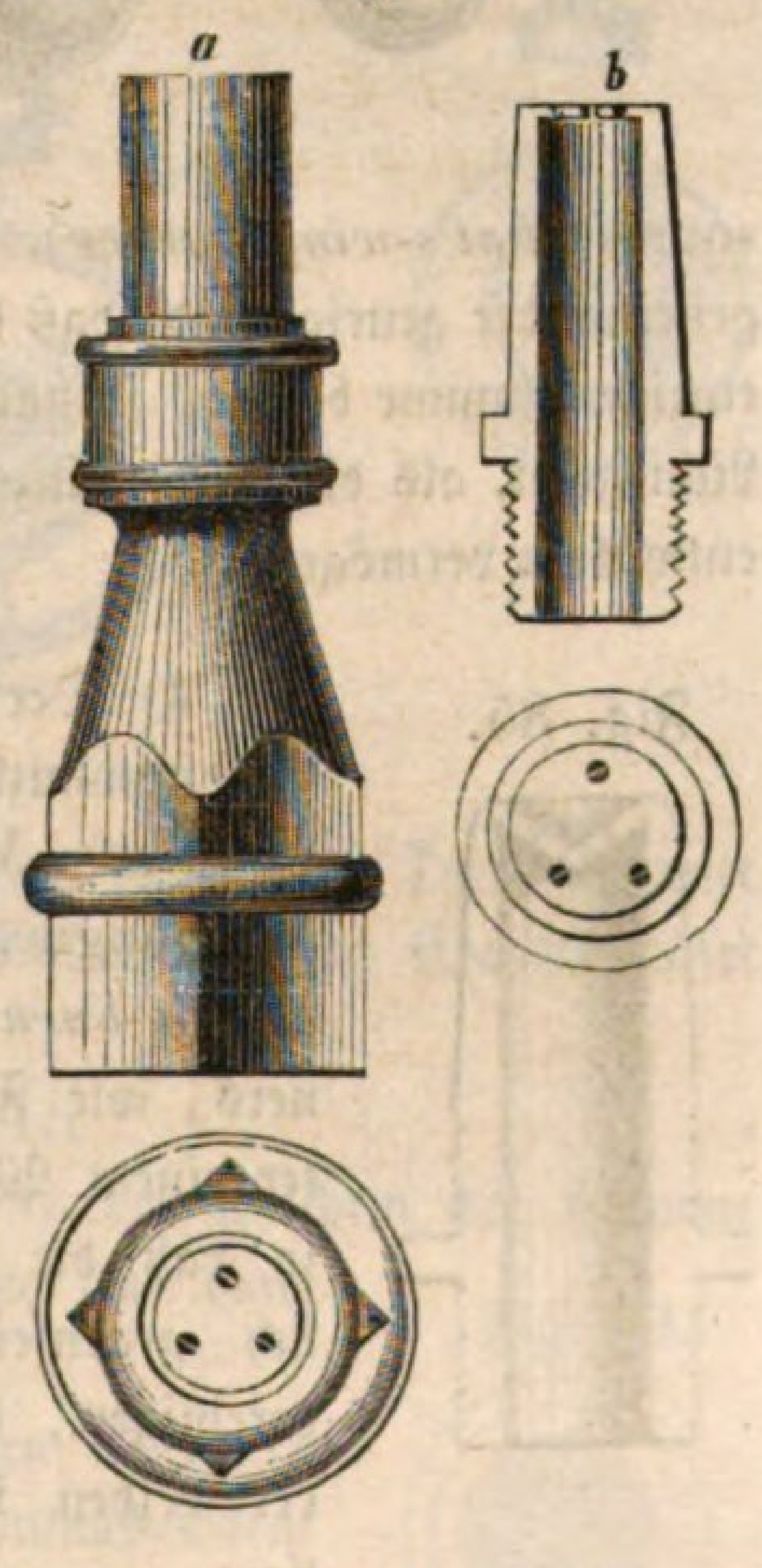
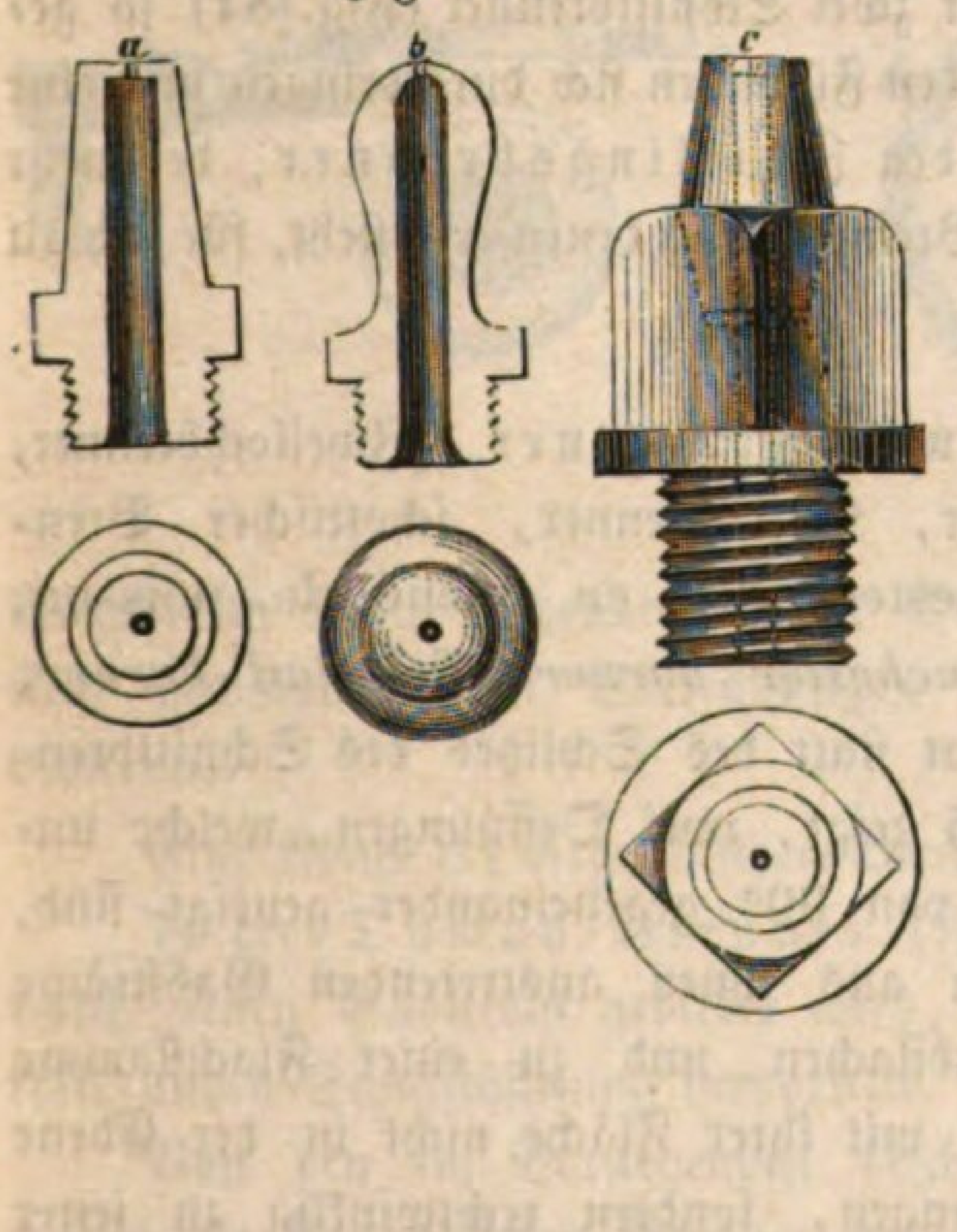


Fig. 81.



2) Der Dreilochbrenner (triple jet) hat die nämliche Einrichtung wie der Einlochbrenner, nur ist die Deckplatte (wie a und b Fig 82 zeigen) mit drei Oeffnungen versehen, welche entweder ein gleichschenkliges Dreieck bilden oder auch in einer Linie nebeneinander stehen.

3) Der **Schnitt-** oder **Schlitzbrenner** (bec fendu) enthält (Fig. 83) im knopfförmigen Ende einen mit der Säge gemachten Einschnitt. Die Flamme ist flach, mehr breit als hoch und findet bei der Straßenbeleuchtung häufige Anwendung. Der Form der Flamme wegen nennt man diesen Brenner auch **Fledermausflügelbrenner** (bec en ailes de chauve-

Fig. 83.

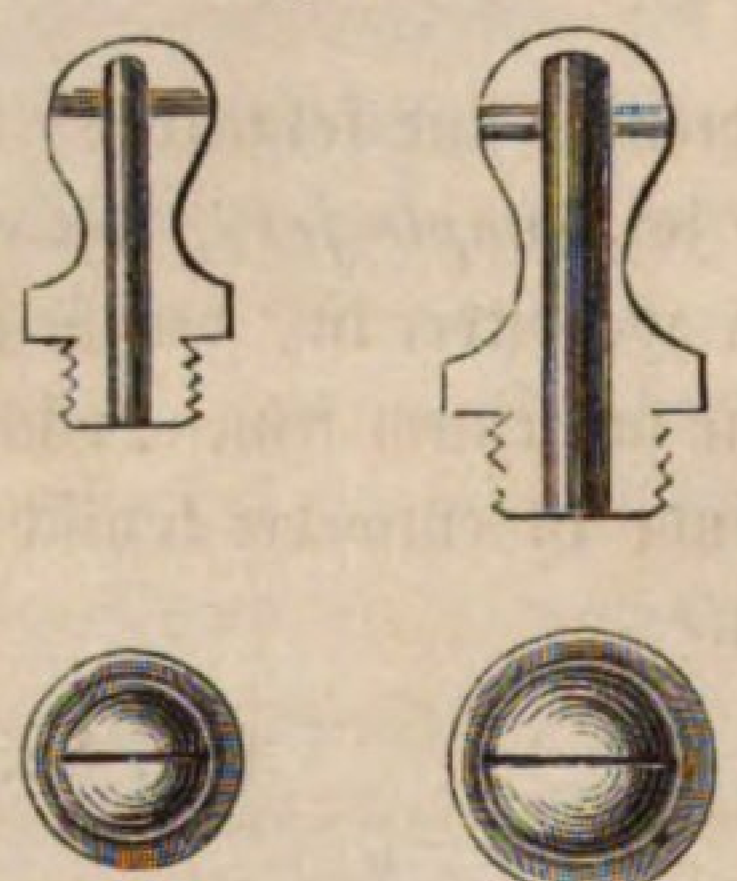
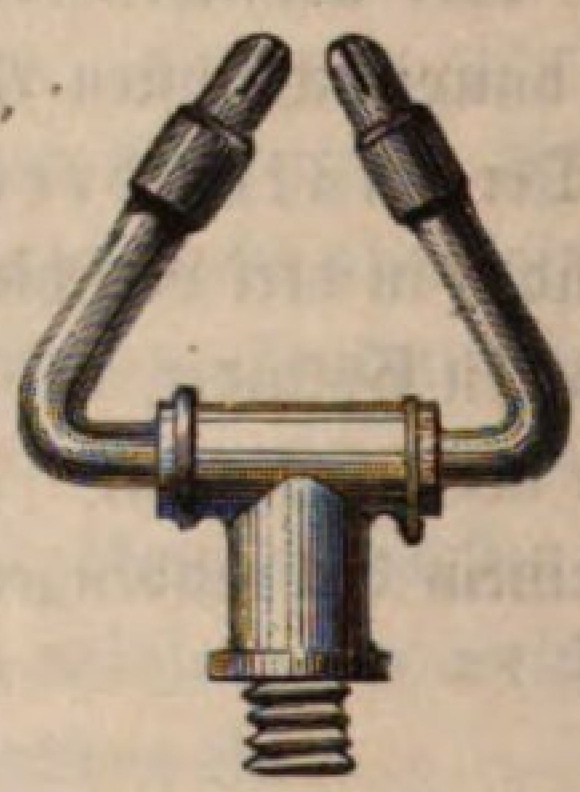
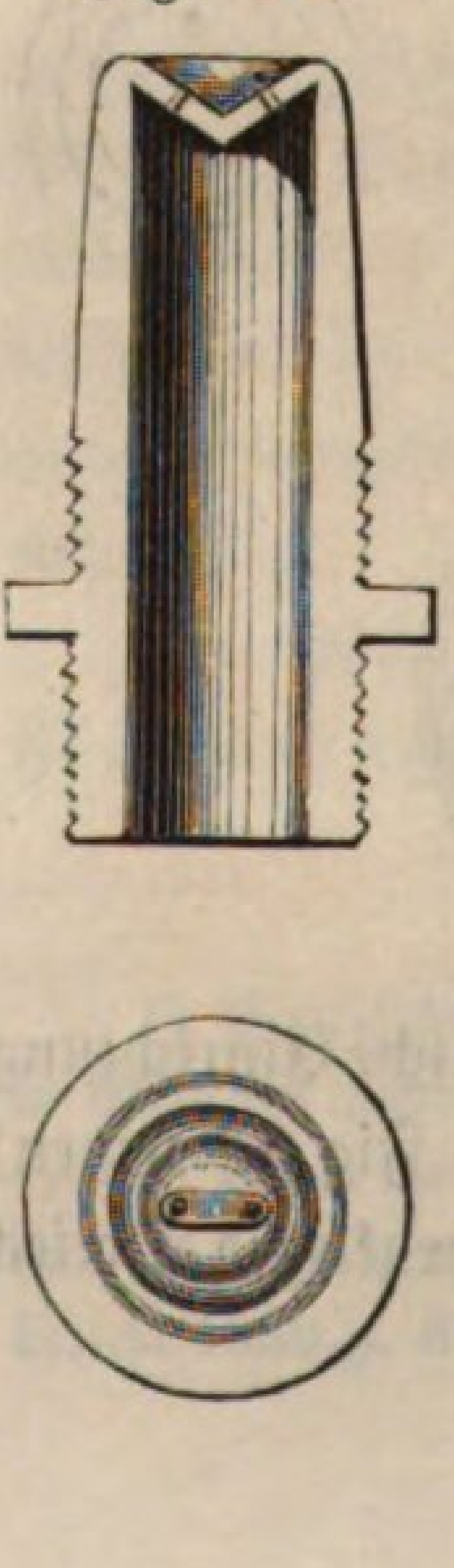


Fig. 84.



souris, *bat's-wing-burner*). Wenn zwei Schnittbrenner (Fig. 84) so gegeneinander geneigt sind, daß die beiden Flammen sich durchdringen und eine einzige Flamme bilden, so hat man den **Zwillingsbrenner**, der mehr Licht giebt, als die beiden einzelnen Brenner, aus denen er besteht, für sich zu entwickeln vermögen.

Fig. 85.



4) Der **Manchesterbrenner** (Zweilochbrenner, Fischschwanzbrenner, Kerzenbrenner, schottischer Brenner, bec Manchester, bec en queue de poisson, bec-bougie, *Manchester burner*, *fish-tail-burner*, *candle-burner*) hat statt des Schlitzes des Schnittbrenners, wie Fig. 85 zeigt, zwei Oeffnungen, welche unter einem Winkel von 90° gegeneinander geneigt sind, so daß die beiden aus ihnen austretenden Gasströme sich gegenseitig abflachen und zu einer Flachflamme vereinigen, welche mit ihrer Fläche nicht in der Ebene der beiden Oeffnungen, sondern rechtwinklig zu jener liegt.

Der **Hahnenspornbrenner** (bec en éperon de coq, *cock's-spur-burner*), jetzt nicht mehr üblich, enthält im knopfförmigen Ende 3 oder 5 Oeffnungen, die so weit

von einander stehen, daß 3 oder 5 von einander getrennte Strahlen erzeugt werden.

6) Bei dem Argand'schen Brenner (bec d'Argand, *Argand's burner*), der sich vorzugsweise zur Zimmerbeleuchtung eignet, besteht die Flamme aus einer kreisrunden Reihe kleiner Strahlen, deren jeder aus einer besondern Oeffnung hervortritt. Der Brenner ist ein hohler Kranz und an seiner oberen Seite (wie Fig. 86, 87 und 88 zeigen) mit einer verschiedenen

Fig. 86.

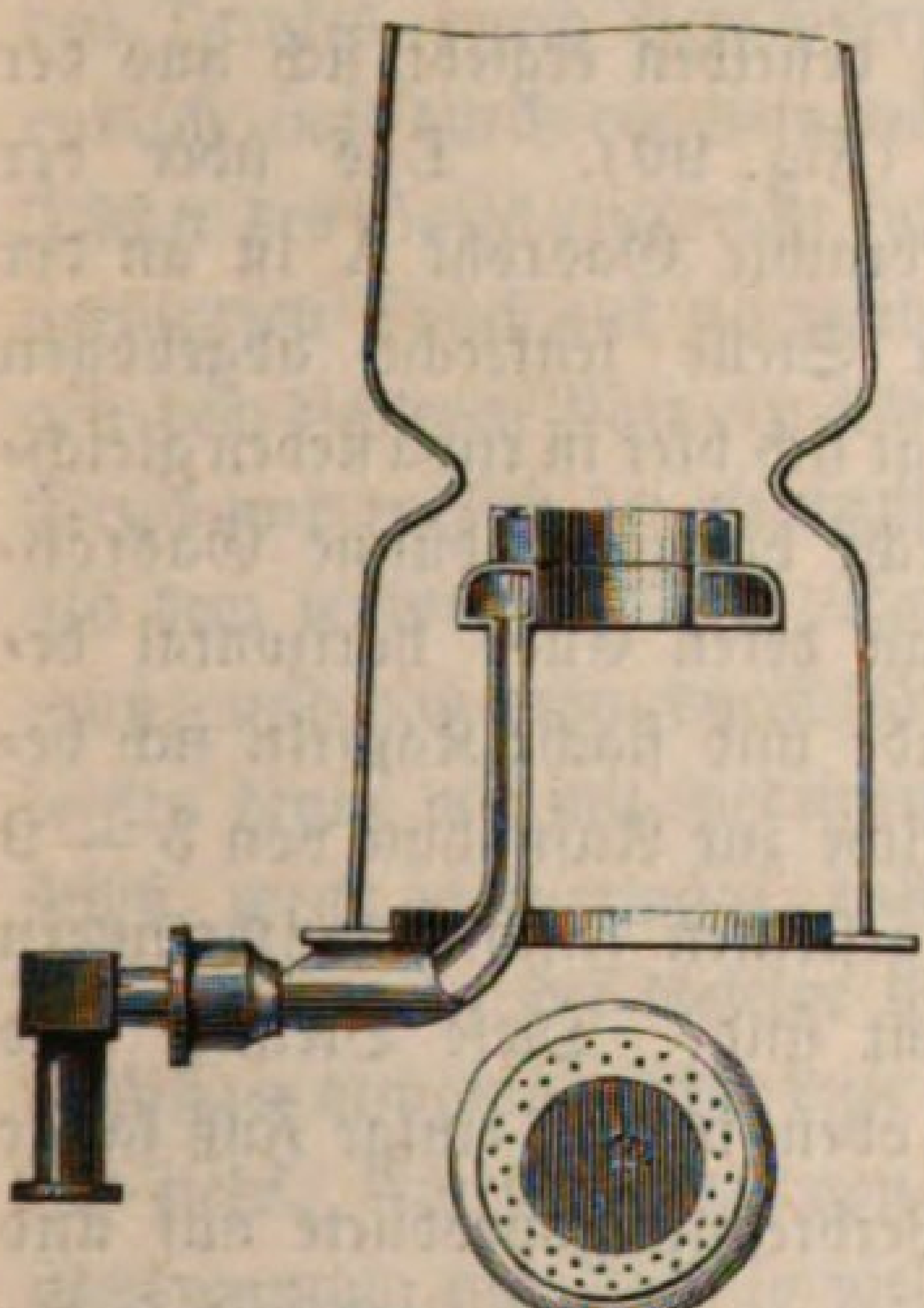


Fig. 87.

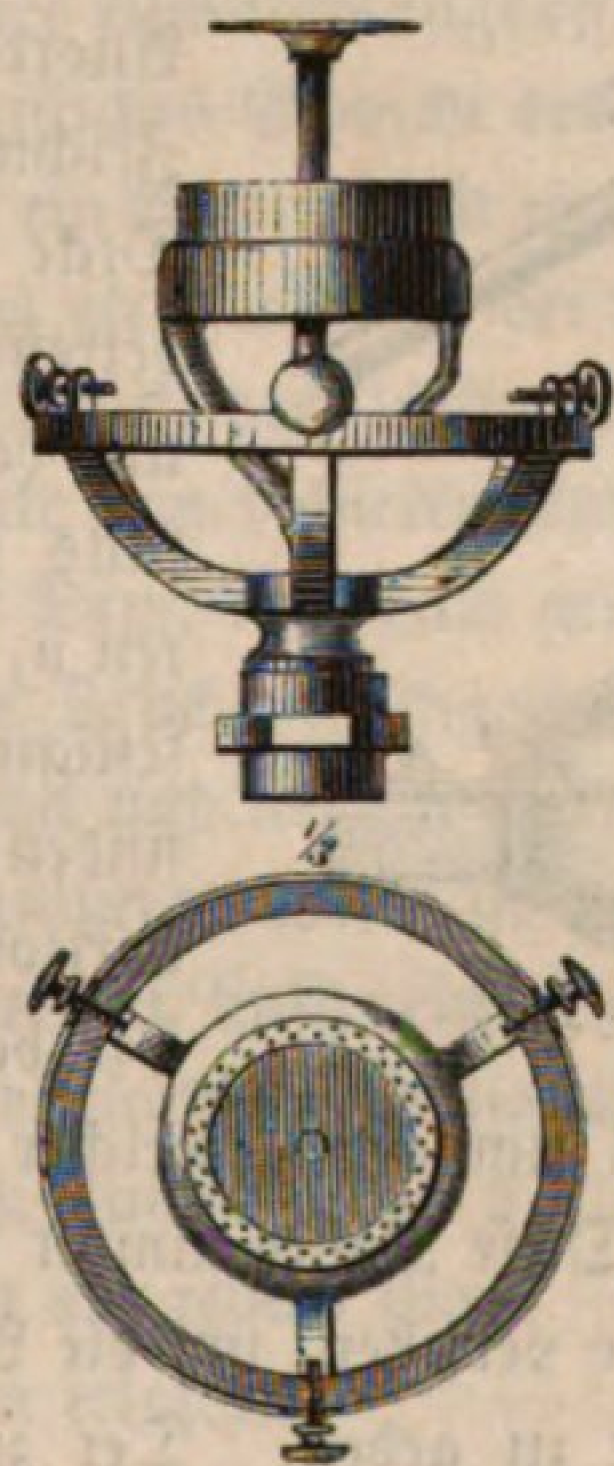


Fig. 88.



Anzahl im Kreise stehender, feiner Oeffnungen versehen. Diese Brenner sind gewöhnlich mit Vorrichtungen zur Aufnahme der Cylindergläser versehen.

Eine Abart der Argand'schen Brenner bildet

7) der Dumas-Brenner (Fig. 89) bei welchem die Flamme durch einen Gasstrom gebildet wird, welcher aus einer kreisrunden Schnittöffnung hervortritt.

Fig. 89.

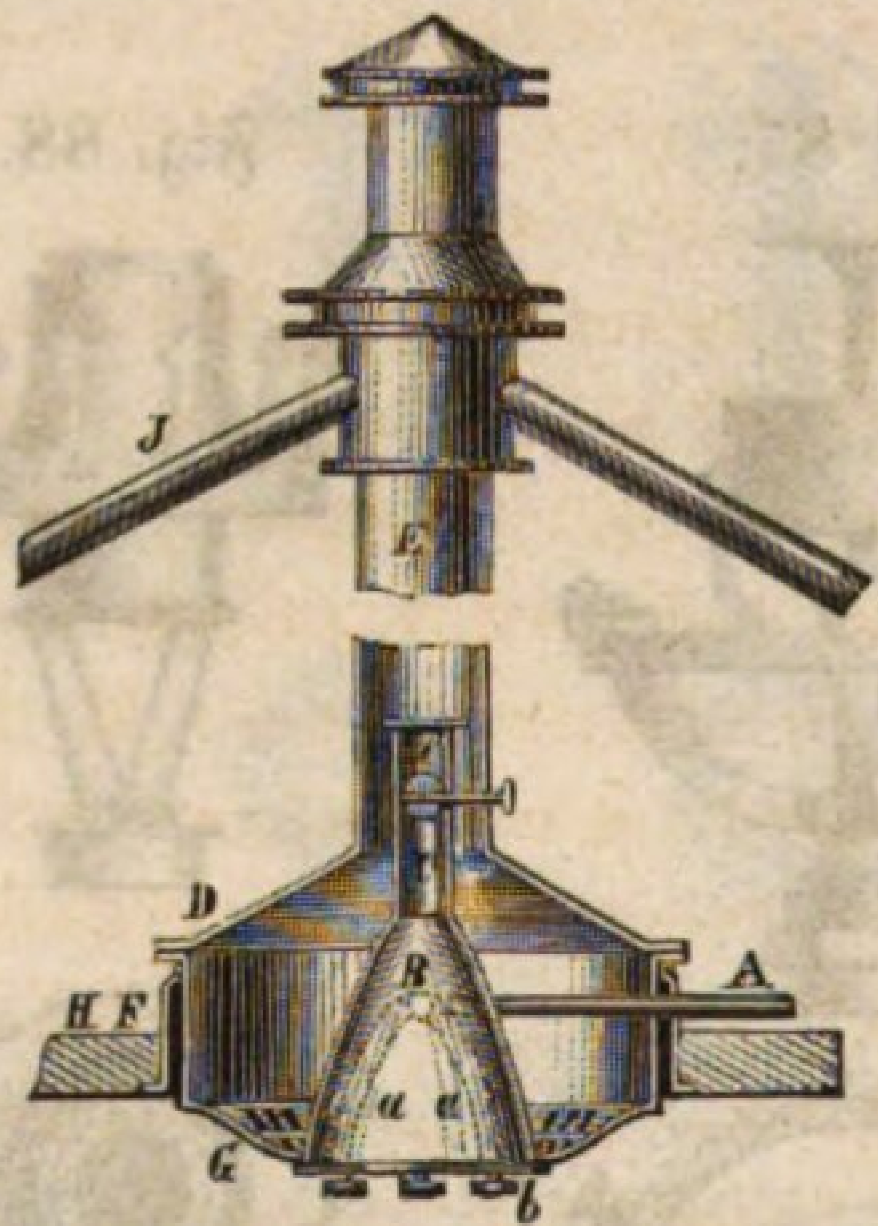


Von den im Vorstehenden beschriebenen Brennern finden die Argand'schen Brenner und der Dumas-Brenner Anwendung für Zimmer, Läden und Bureaus, der Schnittbrenner für Straßenlaternen, zur Beleuchtung der Treppen und Hausfluren, der Ein- und Dreilochbrenner, der Fledermausflügelbrenner und der Fischschwanzbrenner. Wo es sich darum handelt,

große Räume wie Lese- und Versammlungssäle, Theater u. dergl. möglichst hell und zweckmäßig zu beleuchten, wendet man

8) den von King erfundenen und in neuerer Zeit vielfach (namentlich von W. Strode[1])) verbesserten Sonnenbrenner (bec-soleil, *sun burner*) an, der eine gleichmäßige, helle, das Auge in keiner Weise belästigende Beleuchtung giebt, welche frei ist von der sonst unangenehmen Erwärmung durch die Gasflammen. Außerdem dient der Apparat zugleich zur Ventilation. Die Anordnung desselben ergiebt sich aus der Zeichnung (Fig. 90). Das über der Decke angebrachte Gasrohr A ist an der betreffenden Stelle senkrecht abgebogen und vereinigt sich hier in etwa sieben gleichfalls senkrecht hängende dünne Gasröhren a, a, an deren Ende horizontal befestigte runde und flache Kapseln sich befinden, welche zur Aufnahme von 5—9 horizontal gestellten Fischschwanzbrennern bb bestimmt sind. Diese Brenner sind von einem Conus B umgeben, welcher sich oben in eine einige Fuß lange Röhre C fortsetzt. Diese Röhre nimmt die Verbrennungsproducte auf und ist mit einer Klappe c versehen, um die Luftströmung zu reguliren und so die größte Lichtintensität zu geben. Der zur Beleuchtung dienende Theil des Apparates ist von einem weiten Blechcylinder D umgeben, welcher in entsprechender Entfernung über dem Conus in ein bis über das Dach reichendes Rohr übergeht. Die untere Oeffnung desselben ist bis zum Conus hin durch eine durchbrochene Platte g von angemessener Form verkleidet. Eine zweite, jedoch nur bis zur Verengung des großen Cylinders empor ragende Hülle F umgiebt den Apparat, welcher am Plafond befestigt und decorirt wird. J in der Zeichnung stellt das Dach vor, falls der Apparat durch einen Bodenraum führen sollte. Solche Sonnenbrenner finden sich bereits in vielen Clubbhäusern Londons, namentlich zur Beleuchtung der mächtigen Vestibule im Gebrauche und eignen sich für solche Räume ganz vorzüglich.

Fig. 90.



---

[1]) Amtl. Bericht über die Ausstellung zu London 1862; Berlin 1863, III. Heft p 207.

§. 139.

Was die ökonomischen Verhältnisse der verschiedenen Gasbrenner, d. h. das Verhältniß der entwickelten Lichtmenge zu der verbrauchten Menge des Gases betrifft, so liegen zahlreiche Versuche vor, die, wenn sie auch zum großen Theile nur örtliches Interesse gewähren, doch immerhin gewisse allgemeine Gesichtspunkte darbieten. Die gewöhnlichen Brenner geben bei einem halben Zoll Wasserdruck im Durchschnitt zwischen $4-5^1/_2$ Cubikfuß Gas; das Ausströmen des Gases wird befördert durch Erhöhung des Druckes, durch Vergrößerung der Ausströmungsöffnung im Brenner und endlich auch durch ein kleineres specifisches Gewicht des Gases. Bei gleicher Dichte des Gases entspricht folglich ein Brenner mit weiten Oeffnungen einem geringeren Druck und umgekehrt, bei gleicher Weite der Ausströmungsöffnungen dem dichteren Gase ein stärkerer Druck, dem leichteren Gase ein schwächerer Druck und endlich bei gleichem Drucke dem dichteren Gase ein weiterer Brenner als dem leichteren Gase. Daß der Druck innerhalb gewisser Grenzen bleiben muß, und daß man durch stärkeren Druck mit engem Brenner nicht dasselbe leisten könne wie mit niedrigem Druck und weitem Brenner, versteht sich von selbst, wenn man erwägt, daß vergrößerter Druck in Folge stärkerer Reibung der Flamme an der dieselbe umgebenden Luft, eine Beimengung von überschüssiger atmosphärischer Luft und dadurch eine Abnahme der Leuchtkraft nach sich zieht. Ein Gemenge von 6 Th. Luft und 94 Th. Gas giebt bei seiner Verbrennung nur halb so viel Licht als reines Gas. Bei 20 Th. Luft und 80 Th. Gas ist die Leuchtkraft schon erloschen.

Im Folgenden seien die Hauptresultate der in den letzten Jahren angestellten Versuche mit Gasbrennern angeführt.

Leider existirt als Maß für die Helle der Flammen noch keine allgemein angenommene Norm. Während man in England zu derartigen Versuchen in der Regel Spermacetikerzen verwendet, welche in der Stunde 120 Grm. verbrennen, bedienen sich deutsche Beobachter entweder der Wachs- oder Stearinkerzen, 6 Stück ein Pfund, wobei in Folge ungleicher Dicke des Dochtes der Verbrauch an Leuchtmaterial ein sehr verschiedener sein kann, oder am zweckmäßigsten einer Moderateurlampe. Bei den folgenden Versuchen von Heeren (in Hannover) wurde eine gleichförmig brennende Oellampe benutzt, die Lichtstärke hierauf auf eine Unschlittkerze reducirt, welche in der Stunde 8,042 Grm. Unschlitt consumirte. Frick (in Freiburg) wendete als Norm eine Wachskerze (6 auf das Pfund), an, welche in der Stunde 9,252 Grm. Wachs consumirte, eben so auch Büchner und Rückeisen (in Mainz), der stündliche Verbrauch ist jedoch bei letzteren nicht angegeben.

Heeren benutzte zu seinen Versuchen folgende Brenner:

1) Argandbrenner von Messing mit 12 Löchern,
2) Argandbrenner von Porcellan mit 32 Löchern,
3) Fledermausflügelbrenner mit weitem Einschnitte,
4) Fledermausflügelbrenner mit engem Einschnitte,
5) Dreilochbrenner,
6) Schottische Fischschwanzbrenner,
7) gewöhnliche Fischschwanzbrenner Nr. 2,
8) „ „ Nr. 3,
9) „ „ Nr. 4,
10) „ „ Nr. 5.

Die Argandbrenner wurden nicht bei verschiedenem Druck und verschiedener Größe der Flamme versucht, sondern nur bei solchem Drucke, der eine möglichst starke und reine, nicht rußende Flamme gab. Ebenso ist auch der Fledermausflügelbrenner mit engem Einschnitt nur unter 5 Linien Druck probirt, da bei geringerem Drucke die Flamme abnahm und schlecht brannte. Auch der Dreilochbrenner wurde nur bei 3 Linien Druck probirt. Die meiste Aufmerksamkeit wurde den Manchester- oder Fischschwanzbrennern geschenkt, theils weil diese gegenwärtig die meiste Verbreitung gefunden haben, theils weil sie je nach der Größe der Flamme die größten Abweichungen in Betreff der ökonomischen Verhältnisse zeigen. Aus den Versuchen zieht der Verfasser folgende Schlüsse: a) die vortheilhafteste Benutzung des Gases findet statt bei dem Porcellan-Argand mit vielen kleinen Löchern, welcher auch hinsichtlich der Intensität des Lichtes und des schönen Ansehens der Flamme den gewöhnlichen Argandbrenner aus Messing weit übertrifft; b) die unvortheilhafteste Benutzung des Gases gewährt der kleine Fischschwanzbrenner Nr. 2; c) die Reihenfolge der Brenner hinsichtlich der bei gleichen Gasmengen entwickelten Lichtmenge ergiebt sich aus der folgenden tabellarischen Zusammenstellung, wobei die erste nebenstehende Zahl die Menge von Talg in Grammen angiebt, mit welcher 1 Cubikfuß Gas (engl.) gleiche Lichtstärke liefert, die zweite Zahl den Druck in Linien, die dritte Zahl den stündlichen Gasverbrauch:

Porcellan-Argand	303	5,55	3
Messing-Argand	270	5,51	1,25
Fledermausflügelbrenner (weiter)	238	4,64	3
Fischschwanzbrenner Nr. 5 . .	211	4,42	3
Schottischer Fischschwanzbrenner	206	1,46	3
Fischschwanzbrenner Nr. 4 . .	189	4,10	3
Fledermausflügelbrenner (enger)	183	5,72	5
Dreilochbrenner	142	5,39	2
Fischschwanzbrenner Nr. 2 . .	101	2,80	4
Fischschwanzbrenner Nr. 3 . .	123	3,20	3

Die von J. Frick gelieferte Arbeit über den Nutzeffect verschiedener Brenner führte zu folgenden Ergebnissen: Die Wirkung der offenen Brenner (ohne Zugglas) nimmt zu, wenn das Gas bei niedrigem Drucke brennt; doch ist dies nur bis zu einem Drucke von 10 Millimeter richtig, bei niedrigerem Drucke nimmt die Wirkung wieder ab. Weitere Brenner brennen vortheilhafter als engere und ertragen auch ohne Minderung des Effectes einen höheren Druck. Allein bei einem Drucke von weniger als 25—20 Millim. wird das Licht unruhig. Nur die Manchesterbrenner (eisernen Fischschwanzbrenner) brennen auch bei niedrigem Drucke mit ruhigem Lichte; sie ertragen überhaupt keinen hohen Druck, brennen jedoch nur mit geringem Nutzen. Wenn also auch größere Brenner offenbar vortheilhafter brennen, selbst wenn man sie durch Schließung des Hahns auf die Consumtion kleinerer Brenner herunterbringt, so ist doch der Unterschied im Nutzeffect bei den einzelnen Brennern zu groß, als daß man denselben nur der verschiedenen Weite zuschreiben könnte. Alle Brenner, welche mit gutem Erfolge brennen, haben eine mehr hohe als weite Flamme. — Die Brenner mit Zugglas verhalten sich umgekehrt: sie geben den größten Effect, wenn die Flamme möglichst hoch gehalten wird, natürlich ohne daß es auch nur entfernt zum Rauchen kommt; bei der bedeutenden Größe ihrer Oeffnungen ertragen sie aber nur geringen Druck. Läßt sich nun auch aus diesen Versuchen der Schluß ziehen, daß jede Gasflamme bei einem solchen Luftzutritt, bei welchem sie dem Rauchen nahe ist, die größte Lichtmenge entwickelt, so darf man dabei doch den Umstand nicht übersehen, daß unter diesen Umständen die Flamme nicht dasjenige weiße Licht entwickelt, welches ein normales Gaslicht characterisirt.

Büchner und Rückeisen kamen bei ihren Versuchen (mit Fischschwanz- und Argand-Brennern) zu folgenden Resultaten: Die Zunahme der Lichtstärke bei theilweiser Schließung des Hahnes erklärt sich dadurch, daß bei dem dadurch herbeigeführten geringerem Drucke eine vollständigere Verbrennung des ausströmenden Gases stattfindet. Umgekehrt wird aber bei einem Brenner, dessen Oeffnung nur so groß ist, daß ein Flattern der Flamme bei vollständig geöffnetem Hahn der Brennerröhre nicht eintritt, bei demselben Gasverbrauche der Druck in der Brennerröhre verhältnißmäßig weniger abnehmen, mithin das Gas mit einer größern Geschwindigkeit ausströmen, wodurch ein Theil davon nicht zur vollständigen Verbrennung gelangt, sondern gleichsam als kälterer Strom auf die Flamme einwirkt, ihre Entzündungstemperatur herabstimmt und dadurch die geringere Lichtstärke herbeiführt. Bei völlig geöffnetem Hahne der Brennerröhre wird ein weit größeres Gasquantum verbraucht, um eine gewisse Lichtstärke zu erzielen, als wenn der Hahn nur theilweise geöffnet ist, mithin bei dem Verbrauche einer bei weitem geringeren Gasmenge dieselbe

Lichtstärke erzielt werden kann. Um z. B. eine Lichtstärke von 12,2 Wachskerzen zu erzeugen, wäre bei völlig geöffnetem Hahne der Brennerröhre ein Brenner (Schnittbrenner) nöthig, welcher 6,5 Cubikfuß Gas in der Stunde consumirt, während der Brenner Nr. 8 eine Lichtstärke von 13,3 Wachskerzen erzeugt, wenn derselbe auf einen Gasverbrauch von nur $4^1/_2$ Cubikfuß Gas in der Stunde gestellt ist. Es geht also aus diesen Versuchen hervor, daß man bei Anwendung der höheren Nummern der Fischschwanzbrenner, wenn man dieselben auf einen geringen Gasverbrauch regulirt, eine fast auf das Doppelte gesteigerte Lichtstärke erzielen kann, als wenn man einen Brenner anwendet, der bei völlig geöffnetem Hahne dieselbe Menge Gas verzehrt.

Bei dem Argand'schen Brenner stellt sich, wie schon Heeren gezeigt hat, die Sache anders. Da die Flamme dieses Brenners bei völlig geöffnetem Hahne so groß und wild erscheint, daß das Licht ungünstig wird, so muß die Flamme von vornherein so regulirt werden, daß sie das günstigste Licht erzeugt.

Aus den Resultaten der Versuche von Büchner und Rückeisen läßt sich aber auch weiter folgern, daß ein Leuchtgas, dessen Lichtstärke bei einem bestimmten Verbrauche ermittelt worden ist, die gefundene Lichtstärke nur beziehungsweise der angewendeten Brenner besitzt, indem sich dieselbe günstiger gestaltet bei Anwendung eines großen Brenners, wenn derselbe auf einen geringeren Verbrauch regulirt worden ist, als bei Anwendung eines kleineren, welcher als solcher das bedingte Gasquantum consumirt.

Die Nichtbeachtung vorstehender Thatsachen kann unter Umständen zu Irrthümern Veranlassung geben. Existirt z. B. zwischen der Gasfabrik und den Gasconsumenten die contractliche Bestimmung, daß das Gas bei einem Verbrauche von $4^1/_2$ Cubikfuß pro Stunde eine Lichtstärke von 9—10 Wachskerzen besitzen soll, so kann von Seiten der Fabrik dieser Verpflichtung nachgekommen worden sein, indem man vielleicht einen Brenner zu Grunde gelegt hat, der an und für sich ein größeres Gasquantum consumirt und auf $4^1/_2$ Cubikfuß Gasverbrauch pro Stunde regulirt die verlangte Lichtstärke giebt, während andererseits von Seiten dessen, welcher mit der Prüfung des Gases beauftragt ist, ein Brenner angewendet wird, welcher bei völlig geöffnetem Hahne der Brennerröhre $4^1/_2$ oder 5,8 oder 6,5 Cubikfuß Gas pro Stunde consumirt und dann, auf $4^1/_2$ Cubikfuß regulirt, eine Lichtstärke von nur 5,7 bis 7,5 und 10,5 Wachskerzen liefert.

Die Versuche endlich von P. Audouin und P. Bérard in Paris, welche der neuesten Zeit (1862) angehören, führten zu nachstehenden Resultaten:

1) daß die stärkste Leuchtkraft mit dem schwächsten Druck coincidirt; für alle Arten von Brennern (Straßenbrennern) entspricht das Maximum der

Leuchtkraft einem Druck von 2 oder 3 Millim. Ein mit gleicher Geschwindigkeit ausströmendes Gas giebt immer die nämliche Lichtmenge;

2) mit jedem Brenner kann man, wenn man ihn auf geeignete Weise behandelt, durch Verbrennung des nämlichen Gasquantums eine constante Lichtmenge erzeugen. Die Intensität des Lichtes, welches durch die Verbrennung einer bestimmten Gasmenge erzeugt wird, ist abhängig von der Menge Luft, welche mit der Flamme in Berührung tritt.

§. 140.

Der Gasbrennerregulator (régulateur de l'écoulement du gaz), welcher entweder hinter der Gasuhr oder zwischen dem Brennerhahn und dem Brenner in die Röhrenfahrt eingefügt ist, hat den Zweck, den Uebelständen, die aus den Schwankungen des Druckes hervorgehen, entgegenzutreten und dieselben so viel als möglich unschädlich zu machen.

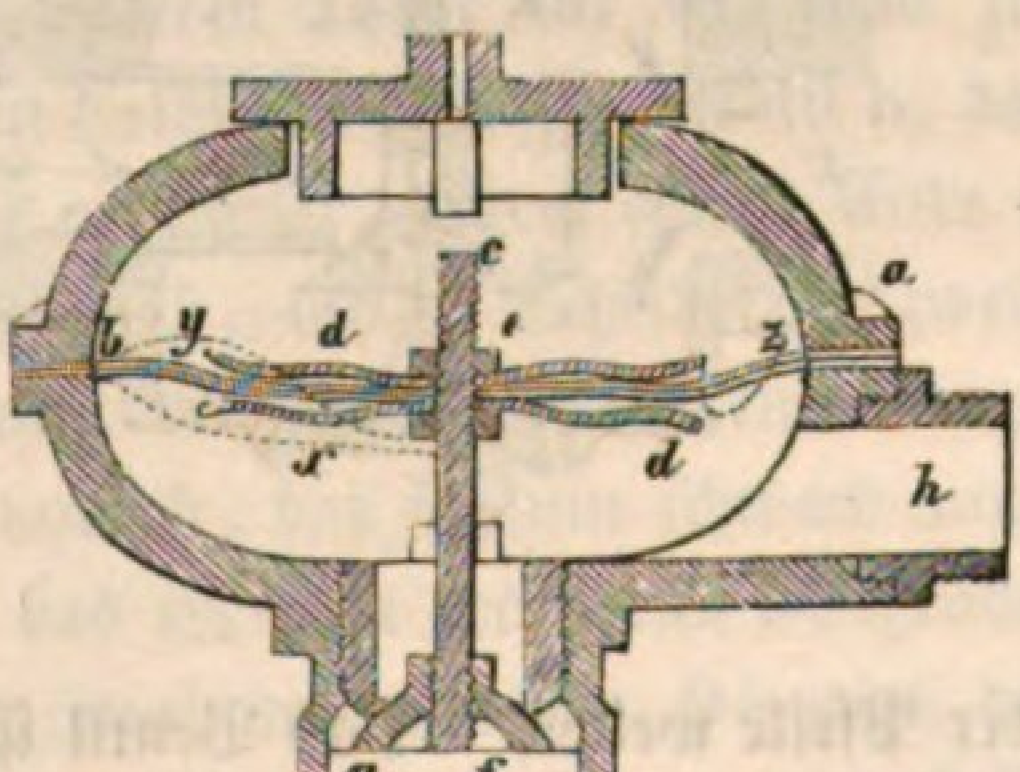
Die zwischen Gasuhr und Brennerhahn (gewöhnlich sogleich hinter der Gasuhr) eingeschalteten Regulatoren sind auf zweierlei Principe basirt, nämlich:

1) entweder strömt das Gas gegen ein dehnbares oder bewegliches Diaphragma, so daß bei vermehrtem Druck das Diaphragma und ein mit demselben verbundenes Ventil gehoben wird, in dessen Folge die Einströmungsöffnung des Gases sich verengt;

2) oder es ist anstatt des Diaphragma's ein kleiner Gasbehälter vorhanden, welcher ebenso, wie das Diaphragma, das Ventil in Bewegung setzt.

Von dieser Art von Regulatoren seien zwei Arten angeführt. Zunächst der von Hall, welcher Fig. 90 im Durchschnitt abgebildet ist. Derselbe besteht aus zwei Theilen, die durch Schrauben a verbunden sind. Die biegsame Scheidewand b ist mit ihrem Rande zwischen den Rändern beider Theile befestigt. Die Ventilstange c geht durch ein Loch in der Mitte der Scheidewand und durch Löcher in den gebogenen Platten d, d und ist mit Schraubenmuttern e, e versehen, durch welche die biegsame Scheidewand und die Platten in der Mitte mit einander verbunden sind. Das Ventil f ist an dem unteren Ende der Stange befestigt, so daß es, wenn es bis zu einem gewissen Grade in die Höhe geht, die Einströmungsöffnung g des Gases verschließt. Wenn ein Theil der Brenner, denen durch die Röhre h das Gas zugeführt wird, geschlossen wird, und in

Fig. 90.



Folge dessen der Druck in dem Apparat sich vergrößert, wird die Scheidewand b gehoben, wodurch auch das Ventil sich hebt und die Einströmungsöffnung g verkleinert, oder, sofern alle Brenner geschlossen werden, verschließt. Wenn die Scheidewand ohne die Platten d, d mit der Ventilstange verbunden wäre, würde sie beim Sinken des Ventils die durch die punktirte Linie x angedeutete Lage, beim Zuströmen des Gases dagegen die durch die Linie y angedeutete Lage annehmen und die Bewegung des Ventils würde unregelmäßig und unsicher werden. Wären die Platten d, d eben und an der biegsamen Scheidewand dicht anliegend, so würde diese beim Zuströmen des Gases außerhalb der Platte die durch die Linie z angedeutete gekräuselte Form annehmen und dadurch ebenfalls das Spiel des Ventils unsicher machen. Dies wird durch die beschriebene Anordnung, nämlich durch die Anwendung gebogener Platten d, d vermieden; die biegsame Scheidewand wird nämlich in diesem Falle beim Hinaufgehen allenthalben, sowohl zwischen den Platten als außerhalb derselben, faltig oder kraus.

Ein anderer Gasregulator ist der von P a r k i n s o n empfohlene. Derselbe bewirkt die Regulirung des Gasstromes durch ein Ventil, welches mit seiner Kappe in einer Quecksilberrinne schwimmt und durch die Höhe der Quecksilbersäule in seiner Stellung modificirt wird. Fig. 91 stellt den Regulator im Durchschnitt dar. Das Gas tritt bei A in der Richtung des Pfeils ein, geht durch das Ventil B nach der Kammer E und in der Richtung

Fig. 91.

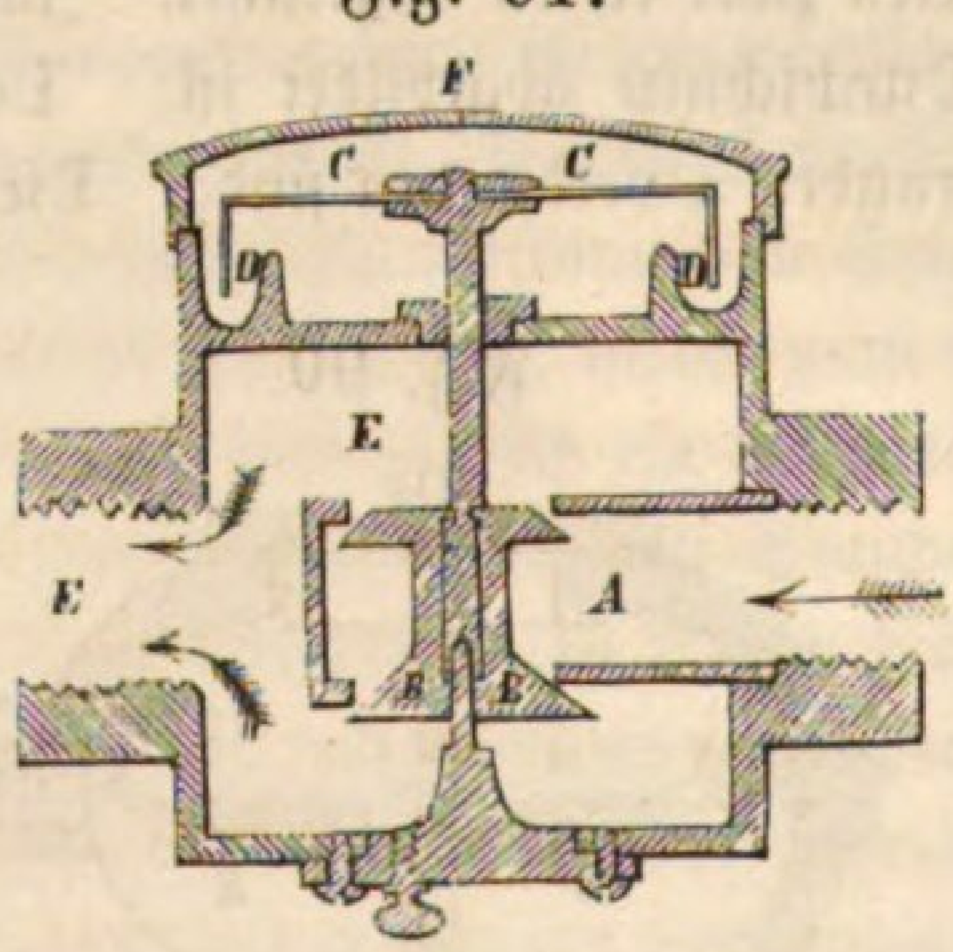
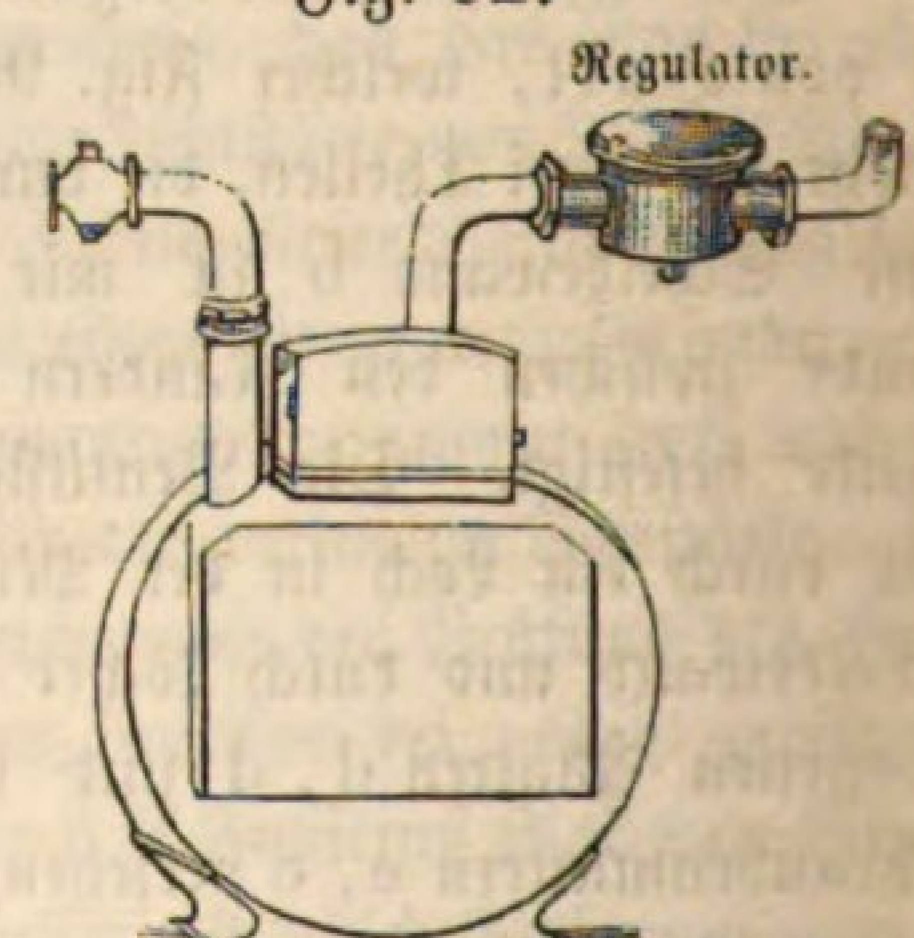


Fig. 92.



der Pfeile weiter. Das Ventil ist, wie man sieht, ein doppeltes an einer einzigen Axe. Die Verlängerung dieser letzteren trägt die Kappe C, C, deren Rand in die Quecksilberrinne D, D taucht. Der ganze Apparat ist durch die Kapsel F gegen äußere Beschädigung geschützt. Wie Fig. 92 zeigt, wird der Regulator h i n t e r der Gasuhr angebracht und zwar in fester Lage,

so daß die Quecksilberrinne genau horizontal steht; das Rohr A ist nach der Uhr gekehrt. Man entfernt nun den Deckel F und gießt das Quecksilber in die Rinne, öffnet den Gashahn und zündet die Hälfte der Brenner an. Mittelst eines Druckmessers beobachtet man alsdann den Gasdruck etwa in der Mitte zwischen der Uhr und den äußersten Brennern; derselbe muß die passende Größe — etwa $1/2$ bis $5/8$ Zoll — zeigen; ist dies nicht der Fall, so legt man dünne Scheiben von Blei auf die Kappe C, bis dieser richtige Druck erreicht ist. Endlich wird der Deckel wieder aufgeschraubt, wonach der Regulator seinen Zweck erfüllt.

Von der zweiten Art von Druckregulatoren, die zwischen dem Brennerhahn und dem Brenner angebracht sind, sei der Regulator von Geyelin angeführt, welcher vor einigen Jahren von Schäfer und Walcker in Berlin in die deutsche Gasfabrikation eingeführt wurde. Dieser Regulator ist Fig. 93, 94 und 95 abgebildet. Man schraubt den Regulator auf die

Fig. 93.

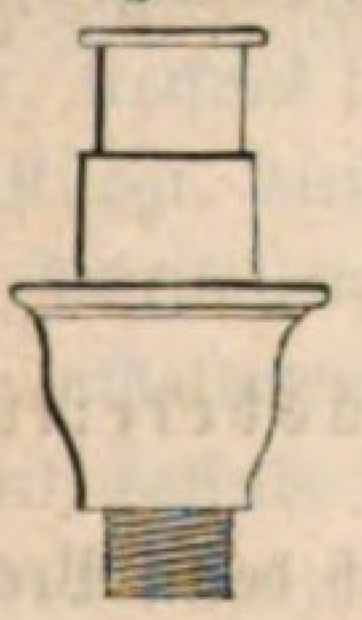


Fig. 94.

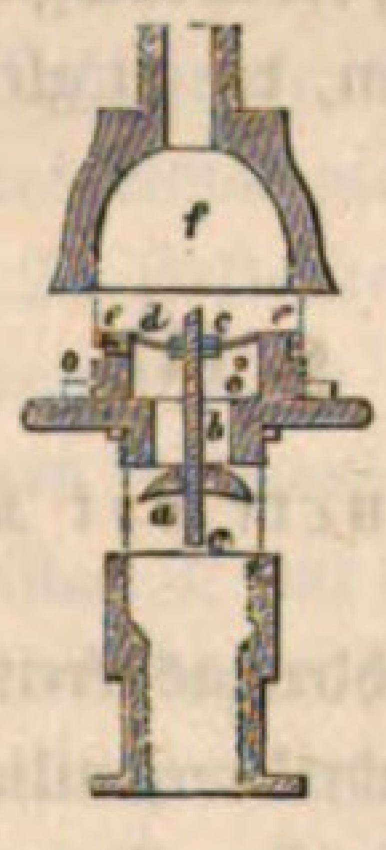


Fig. 95.



Gasleitungsröhren unmittelbar unter dem Brenner, so daß also jeder Brenner seinen eigenen Regulator hat. Die eigentliche Regulirung ist in dem mittleren Theile enthalten, während die anderen Theile nur das Gas zu- und fortführen. Den Hauptheil bildet ein halbkugelförmiges Ventil a, das unterhalb des Kanales b an einer Stange c c hängt, deren oberes Ende in der Mitte einer Scheibe Wachstaffet befestigt ist, welche Scheibe die zweite Oeffnung e e überspannt. Die Befestigung der Scheibe durch einen umgelegten feinen Messingdraht ist in der Art bewirkt, daß sie, nur schwach angezogen, im gewöhnlichen Zustande durch das Gewicht des daran hängenden Ventiles eine abwärts gesenkte Krümmung annimmt, wie Fig. 94 zeigt, dagegen bei starkem Gasdrucke anschwillt und in die in der Zeichnung dargestellte Wölbung übergeht, wobei das Ventil gehoben, mithin der Kanal b geschlossen wird. Die kleinern Löcher o o o lassen das Gas aus dem Raume unter dem Wachstaffet in den obern glockenförmigen Behälter f abströmen und so

zum Brenner gelangen. Befindet sich demnach das Gas unter ganz schwachem Druck, so bleibt das Ventil völlig geöffnet, wogegen es bei starkem Druck bis an den Rand des Kanales gehoben wird und in diesem Falle das Gas völlig absperren und das Licht verlöschen lassen würde, wenn nicht in den Rand des Kanales einige Furchen gefeilt wären, welche selbst bei völliger Hebung des Ventiles dem Gase noch einen Durchgang gestatten. In diesem Falle hört die eigentliche Regulirung durch das Ventil ganz auf; aber derselbe tritt erst bei einem Drucke von etwa 16 Linien ein, der in der Praxis wohl selten vorkommen dürfte. Wie Versuche, von Heeren (1859) angestellt, zeigen, läßt zwar der vorstehende Regulator noch ziemlich viel zu wünschen übrig, aber dennoch liegt schon ein großer Verdienst darin, die Idee einer Regulirung der einzelnen Gasflammen erzeugt und zur Ausführung gebracht zu haben.

Neuerdings werden sogenannte Gasregulatoren empfohlen, welche an Stelle des Ventiles einfach mit feinen Eisendrehspänen angefüllt sind und somit den Druck durch Verengung der Durchgangsöffnung vermindern. Aehnlich wirken diejenigen Regulatoren, die zu gleichem Behufe einige Filzscheiben enthalten.

§. 141.

VII. Die Nebenproducte der Kohlengasbereitung.

Die Nebenproducte der Kohlengasbereitung, durch deren Verarbeitung und Verkauf dem Betrieb der Fabrik wesentlich Vorschub geleistet wird, sind 1) die Koks, 2) das Ammoniakwasser, 3) der Theer, 4) der Gaskalk.

Was zunächst 1) die Koks (Gaskoks) betrifft, so ist über deren Verwendung bereits Bd. I. p. 703 das Nöthige gesagt worden. Es sei hier nur bemerkt, daß die durch Vergasung der Steinkohlen erzielten Koks leichter und schwammiger sind als die in den Koksöfen erhaltenen und deshalb zur Zimmerheizung ein sehr gesuchtes Material sind.

2) Das Ammoniakwasser oder das Condensationswasser (vergl. Seite 271) ist im Wesentlichen eine wässerige Lösung von Ammonsesquicarbonat ($2\,NH_4O, 3\,CO_2$). Der Gehalt an Ammoniaksalz ist selbstverständlich kein constanter, derselbe hängt ab von dem Feuchtigkeitsgrade der zur Gasbereitung verwendeten Steinkohlen, dem Stickstoffgehalte derselben und der bei der Destillation eingehaltenen Temperatur. Je größer der Wassergehalt der Kohle, desto geringer der Gehalt des Ammoniakwassers an Ammoniaksalz, je größer der Stickstoffgehalt der Kohle, desto größer wird im Allgemeinen die Menge der Ammoniaksalze sein, die bei der Destillation der

Kohle sich bildet. Die Temperatur bei der Destillation und deren Dauer ist ebenfalls von Einfluß auf die Menge der sich bildenden Ammoniaksalze, je höher die Temperatur ist und je länger dieselbe einwirkt, desto mehr wird der in den Steinkohlen enthaltene Stickstoff als Ammoniak auftreten, während er außerdem zum Theil als Anilin, Lepidin, Chinolin rc., theils als Cyan auftritt. Das Ammoniak im Gaswasser ist wohl zum großen Theile als Zersetzungsproduct und zwar als Endproduct der Zersetzung der oben genannten stickstoffhaltigen Körper zu betrachten, obgleich zugegeben werden muß, daß unter den in der Gasretorte vorhandenen Bedingungen auch aus dem Ammoniak eine gepaarte Ammoniakbase wie das Anilin (durch Zusammentreten eines Atomes Ammoniak mit einem Atom Carbol- oder Phenylsäure) sich bilden könne.

In der Steinkohle in dem Zustande (mit etwa 5 Proc. hygroskopischem Wasser), wie sie in den Gasfabriken Anwendung findet, ist 0,75 Proc. Stickstoff enthalten. 100 Kilogramm einer solchen Steinkohle können demnach im günstigsten Falle nur 910 Grm. Ammoniak (NH_3) liefern. Im Durchschnitt hat man gefunden, daß 1 Cubikmeter Condensationswasser mindestens 50 Kilogr. trocknes schwefelsaures Ammoniak giebt, so daß zur Herstellung von 100 Kilogr. dieses Salzes 20 Hektoliter Gaswasser hinreichen [1]).

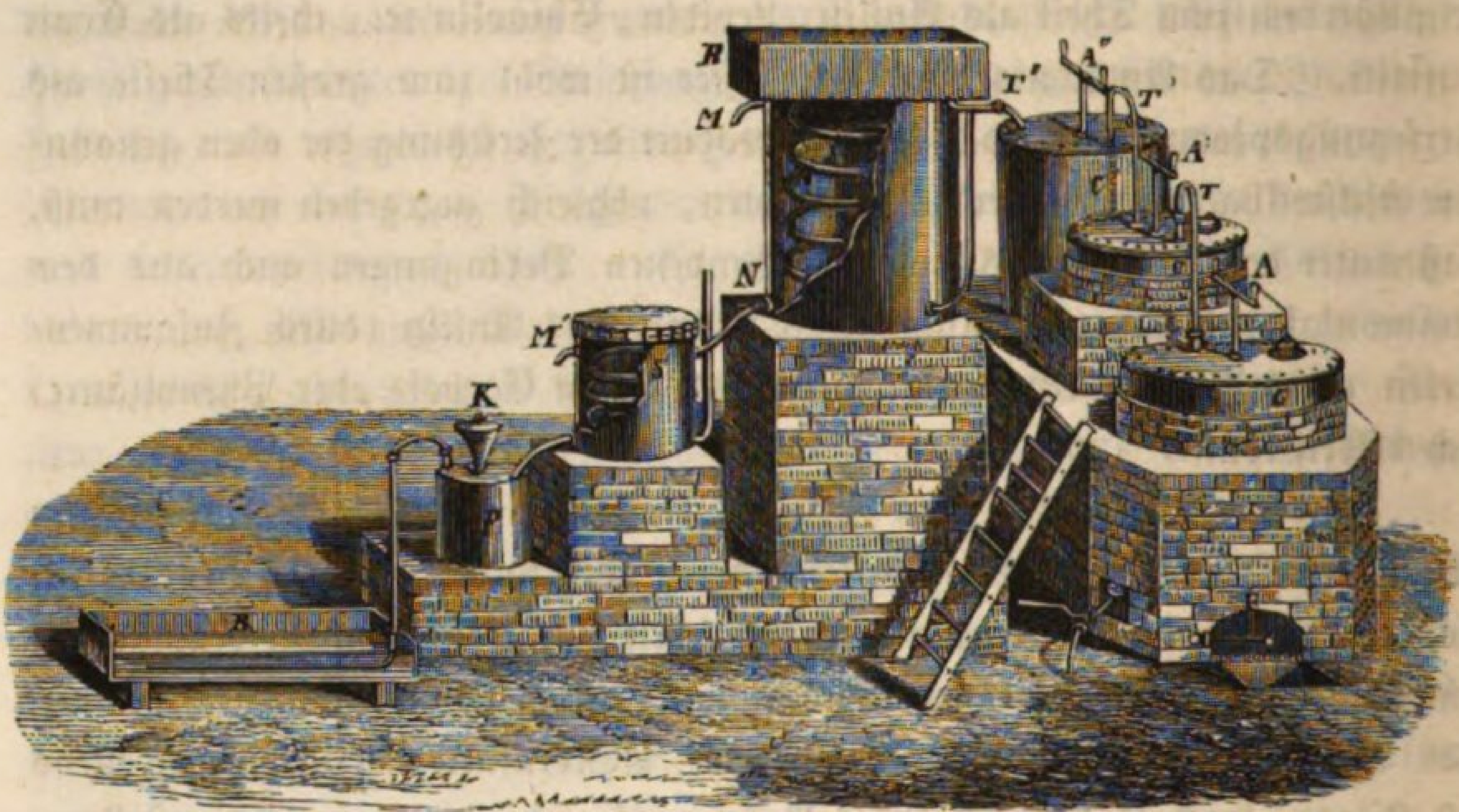
Die Fabrikation von Ammoniaksalzen gründet sich auf die Flüchtigkeit des darin enthaltenen kohlensauren Ammoniaks und auf die daraus folgende Möglichkeit, dasselbe durch Destillation von der Flüssigkeit zu trennen. Das Wesentliche des hierzu angewendeten Apparates besteht aus einem Dampfkessel, dessen Dampf in große mit Gaswasser angefüllte Gefäße geleitet wird, aus denen er das kohlensaure Ammoniak austreibt, welches zum Theil sich verdichtet, zum Theil auch in eine saure Flüssigkeit gelangt, wodurch es in schwefelsauren Ammoniak übergeführt wird. In mehreren Pariser Gasfabriken wendet man den nachstehend beschriebenen Apparat von Mallet an, der Fig. 96 in der Vorderansicht (und zum Theil im Durchschnitt) dargestellt ist. — Er besteht aus drei staffelförmig über einander stehenden gußeisernen Kesseln C, C′ und C″. C steht direct über der Feuerung F und ist mit einem Bleirohre T versehen, das vom Deckel des Kessels ausgeht und in die Flüssigkeit des zweiten (eingemauerten) Kessels C′ taucht, welche nach und nach erwärmt wird. Von C′ geht ein Bleirohr T′ nach dem dritten Kessel C″. Jeder Kessel ist mit einem Mannloch und einem Rührapparat A, A′

---

[1]) Eine Tonne Kohlen von Newcastle liefert gegen 45 Liter Condensationswasser, von welchem 1 Liter 74—81 Gramm schwefelsaures Ammoniak giebt. (Clegg, Traité etc. Paris 1860. p. 295.)

und A″ versehen. Der dritte Kessel C′ steht vermittelst des Rohres T″ mit dem Schlangenrohr S des Kühlapparats in Verbindung, in welchem kaltes

Fig. 96.



Condensationswasser zum Kühlen benutzt wird, das aus dem Reservoir B zuläuft und bei M wieder abfließt. Aus dem Schlangenrohr S gehen die verdichteten und nicht verdichteten Producte durch N in ein zweites Kühlrohr S′, das ebenfalls durch Condensationswasser abgekühlt wird, von da in ein Bleigefäß P, das mit einem Sicherheitsrohr versehen ist, und endlich in ein flaches, mit Blei ausgefüttertes Gefäß, welches Schwefelsäure enthält. Jeder der Kessel C und C′ hat eine Capacität von 8 Hektolitern.

Stellen wir uns vor, der Apparat sei im Betrieb und das in C befindliche Condensationswasser habe bereits alles Ammoniak verloren, so wird durch einen am unteren Theile des Kessels C befindlichen Hahn die Flüssigkeit abgelassen und durch (zum Theil erschöpfte) aus C′ ersetzt; letzterer Kessel wird durch die Flüssigkeit des dritten Kanals C″ gefüllt und in C″ Wasser aus den Kühlapparaten, welches dort bereits vorgewärmt wurde, gepumpt. In diesen dritten Kessel kommt zugleich durch das Mannloch eine gewisse Menge gelöschter und gesiebter Kalk, die dem sehr wechselnden Gehalte des Condensationswassers an Ammoniakverbindungen entsprechen muß; die nach C′ und C herabfließenden Wässer enthalten daher stets Kalk. Die Flüssigkeit in C wird durch das darunter befindliche Feuer bis zum Sieden erhitzt; der Kalk zersetzt die letzten Antheile von kohlensaurem Ammoniak und bewirkt eine geringe Ammoniakentwickelung; von Zeit zu Zeit wird der Kalk aufge-

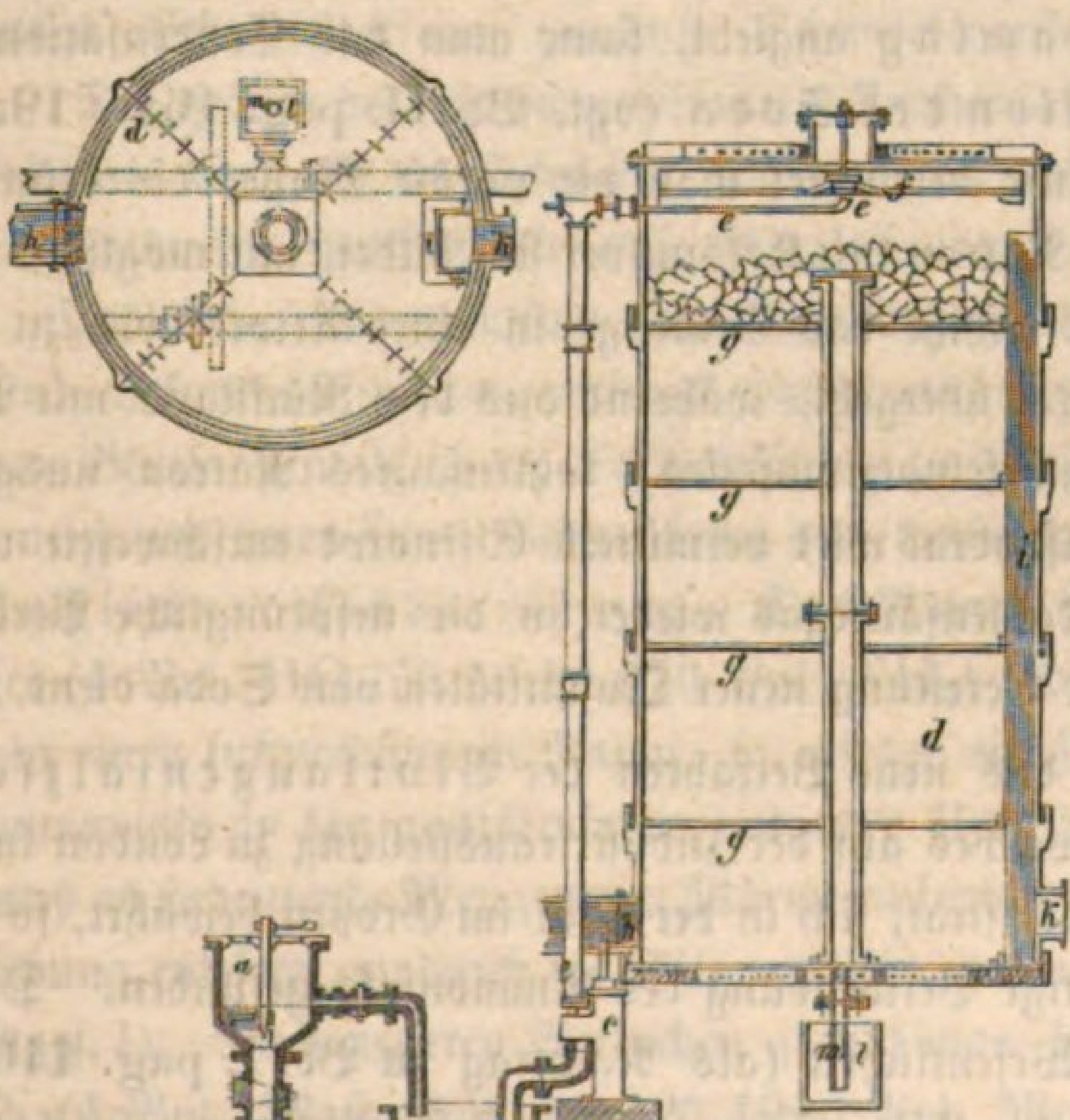
rührt. Die Flüssigkeit des zweiten Kessels C′ verhält sich ganz ähnlich und sendet durch das Rohr T″ nach C″ ein Gemisch von Ammoniakgas und Wasserdampf. In dem dritten Kessel C″ findet derselbe Vorgang statt. Die Producte gehen in die Kühlapparate, dann in das Bleigefäß P und endlich in das Sättigungsgefäß B, dessen Inhalt nach geschehener Neutralisation zum Krystallisiren verdampft wird.

Soll das Condensationswasser nicht auf schwefelsaures Ammoniak, sondern auf Salmiak verarbeitet werden, so bedient man sich des Apparates, der Bd. II. pag. 293 beschrieben worden ist.

Die Anwendung des Ammoniaks und der Ammoniaksalze ist eine höchst mannichfaltige (vergl. Bd. II. pag. 286--298). Zu den bereits früher angeführten sind in den letzten Jahren einige neue Verwendungen gekommen, die als Nachtrag zu der Schilderung der Ammoniaksalze hier angeführt sein mögen.

1) Das Ammoniak und zwar das kaustische, wie man es aus dem Condensationswasser erhält, welchem durch Kalk die Kohlensäure entzogen worden ist, dient nach dem Vorgange von J. Leigh und Laming zum Reinigen

Fig. 97. Fig. 98.



des Leuchtgases von Kohlensäure und von Schwefelwasserstoff. Der von Leigh angewendete Apparat ist Fig. 97 im Vertikal- und Fig. 98 im Ho-

rizontal-Durchschnitte abgebildet. Das Condensationswasser wird zunächst durch Kalk kaustisch gemacht. Bei Gaswasser von 6—7° Twaddle (= 1,030 bis 1,035 spec. Gew.) wendet man auf 800 Gallonen (1 Gallon = 4,54 Liter) circa 200 Kilogr. Kalk an. Der Kalk wird gelöscht und sodann mit dem Ammoniakwasser unter öfterem Umrühren zusammengebracht, bis das specifische Gewicht desselben nicht mehr sinkt, worauf die Flüssigkeit von dem Kalkabsatze abgegossen wird. Sie gelangt zunächst aus dem Behälter a in die Cisterne b und von da durch die Pumpe c in den oberen Theil des Cylinders d. Die Röhre e, durch welche es hier austritt, spritzt es gegen die Platte f, von welcher es im zertheilten Zustande herabfällt. In dem Cylinder d befinden sich rostförmige Böden g, welche mit Ziegelsteinen u. dgl. bedeckt sind. Das nach abwärts fließende fein zertheilte Ammoniakwasser kommt mit dem aus dem Rohr h strömenden Leuchtgas in vielfache Berührung und entzieht demselben seine Verunreinigungen, zum größten Theile auch das in ihm enthaltene Gas. Das gereinigte Gas entweicht durch das Rohr ik, das Ammoniakwasser dagegen durch das Rohr m und das einen hydraulischen Verschluß bildende Gefäß l. Nachdem es durch nochmalige Behandlung mit Kalk in Aetzammoniak zurückgeführt worden ist, dient es wieder zu gleichem Zwecke.

2) Wie Laming angiebt, kann man das Condensationswasser auch zur Fabrikation der Soda (vgl. Bd. II. pag. 164—192) anwenden. Zu diesem Behufe befeuchtet man die poröse Masse, die beim Glühen von schwefelsaurem Natron mit Kokspulver sich bildet, mit möglichst concentrirtem Gaswasser und erhitzt das Gemenge in einer Retorte bis zu 150°, wobei Ammonsulfhydrat übergeht, während aus dem Rückstand mit Wasser reines (namentlich schwefelnatriumfreies) kohlensaures Natron ausgezogen wird. Der Ammonsulfhydrat wird vermittelst Eisenoxyd entschwefelt und das Ammoniak durch Kohlensäuregas wieder in die ursprüngliche Verbindung übergeführt, die zur Bereitung neuer Quantitäten von Soda dient.

3) Wenn das neue Verfahren der Blutlaugensalzfabrikation von Gélis, welches auf der Industrieausstellung zu London im Jahre 1862 zum ersten Mal auftrat, sich in der That im Großen bewährt, so hat man eine neue und wichtige Verwendung des Ammoniaks gefunden. Das neue Verfahren ist im Wesentlichen (als Nachtrag zu Bd. I. pag. 440) folgendes: Man mischt in der Kälte Schwefelkohlenstoff mit Ammonsulfhydrat:

$$\left.\begin{array}{c} C_2\,S_4 \\ 2\,(NH_4\,S,\,SH) \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{c} 2\,SH \\ C_2\,S_4,\,2\,NH_4\,S \end{array}\right.$$

Das so erhaltene Sulfocarbonat wandelt man durch Schwefelkalium

(durch Glühen von schwefelsaurem Kali mit Kohle erhalten) in Schwefelcyankalium um:

$$\left.\begin{matrix} C_2S_4,\ 2\,NH_4S \\ KS \end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix} C_2\ NS_2\ K \\ NH_4\ S,\ SH \\ 3\ SH \end{matrix}\right.$$

Diese Umwandelung geschieht in einem Destillirapparate, wobei Ammonsulfhydrat und Schwefelwasserstoff übergehen, welche durch flüssiges Ammoniak verdichtet werden und dadurch das zur Fabrikation erforderliche Ammonsulfhydrat liefern; es bleibt Schwefelcyankalium zurück, welches nach dem Abdampfen und Trocknen des Rückstandes mit Eisen in der Rothglühhitze behandelt wird, wodurch Blutlaugensalz und unlösliches Schwefeleisen sich bilden:

$$\left.\begin{matrix} 3\,(C_2\ NS_2\ K) \\ 6\,Fe \end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix} Cfy\ K_2 \\ 5\ Fe\ S \\ KS \end{matrix}\right.$$

Nach dem neuerdings (Juni 1863) von H. Fleck beschriebenen, neuen Verfahren der Blutlaugensalzfabrikation, bildet sich durch Einwirkung eines Gemisches von schwefelsaurem Ammoniak, Schwefel und Kohle auf schmelzendes Schwefelkalium zunächst Schwefelcyankalium in der Schmelzmasse. Die Hälfte des als schwefelsaures Ammoniak angewendeten Stickstoffes bleibt als Cyan in der Schmelze, während die andere Hälfte als Schwefelammon entweicht, welches wieder in schwefelsaures Ammoniak übergeführt wird. Das Schwefelcyankalium setzt sich mit metallischem Eisen in Cyankalium und Schwefeleisen um, welches letztere wieder dazu dient, um die Bildung von Blutlaugensalz in der Schmelzlösung zu bewirken.

4) Eine neue und interessante Verwendung des kaustischen Ammoniaks ist die zur künstlichen Eisbereitung. Das Ammoniakgas löst sich leicht in Wasser (1 Vol. HO löst bei 0° 670 Vol. NH_3); bringt man eine solche Lösung in einen luftverdünnten Raum, so erfolgt ein Uebergehen des aufgelösten Ammoniaks in den gasförmigen Zustand. Um aber den letzteren zu erlangen, muß es bedeutende Mengen von Wärme aufnehmen, die es seiner nächsten Umgebung entzieht, wodurch die Kälte entsteht, deren man zur Eisproduction bedarf.[1]) Nach neueren Versuchen glaubt man in dem Methylamin C_2H_5N (1 Vol. Wasser löst bei 12° 1040 Vol. Methylamin) das Mittel gefunden zu haben, auf vortheilhaftere Weise (nach dem oben angegebenen Principe) Eis zu erzeugen.

---

[1]) Vergl. Wagner, Jahresbericht 1860 p. 459; 1861 p. 501; 1862 p. 530.

5) Viele Beachtung verdient die Eigenschaft des Ammoniaks, Oele und Fette mit großer Leichtigkeit zu verseifen. Die Ammoniakseife läßt sich durch Aussalzen mit Kochsalz in feste Natronseife (und in Salmiak) überführen.

§. 142.

3) Der Steinkohlentheer (goudron de houille, *coal-tar*) hat in den letzten Jahren eine so große industrielle Bedeutung erlangt, daß er der Ausgangspunkt einer neuen und mächtigen Industrie, der Theerindustrie, geworden ist. Der Theer ist, wie bereits S. 256 angeführt wurde, ein Gemenge von flüssigen Kohlenwasserstoffen (Benzol, Propyl) mit festen (Naphtalin, Paraffin), ferner mit Säuren (Carbolsäure) und mit Basen (Anilin, Chinolin, Lepidin u. s. w.); außerdem finden sich darin nichtflüchtige Harze und Kohle als asphaltbildende Bestandtheile.

Die Menge und ganz besonders auch die Beschaffenheit des Kohlentheers sind nicht nur abhängig von der Art der Kohle, sondern auch von der Art und Stärke des Erhitzens. Die Menge des Theeres ist um so größer, je gleichförmiger man erhitzt und je niedriger die dabei angewendete Temperatur ist. Nach den Versuchen von Calvert zeigt der Theer von verschiedenen Kohlen folgende Zusammensetzung:

	Boghead-K.	Wigan-Cannel-K.	Newcastle-K.	Stafford-shire-K.
Sogenanntes Benzol	12	9	2	5
Carbolsäure	3	14	5	9
Neutraler Kohlenwasserstoff	30	40	12	35
Paraffin	41	—	—	—
Naphtalin	—	15	58	22
Pech oder Asphalt	14	22	23	29

Gewöhnlich wird der Theer als Nebenproduct bei der Kohlengasfabrikation erhalten; dieser Theer ist schwerer als Wasser, braun bis schwarz, meist um so consistenter, je dunkler die Farbe. Der Theer wirkt in Folge seines Gehaltes an Carbolsäure im hohen Grade fäulnißwidrig.[1]) Man verwendet

---

[1]) Corne und Demeaux schlagen zum Desinficiren organischer Stoffe (Excremente, Abfälle der Schlächtereien, Fleisch der Wasenmeistereien u. dgl.) ein Gemenge von Gyps und Kohlentheer vor. Cabanes, welcher letztere Mischung vorzüglich zur Desinficirung von Senkgruben geeignet gefunden hat, ersetzt darin den Gyps durch gewöhnliche Erde. (Vergl. Wagners Jahresbericht 1859 p. 474.)

den Theer zum Anstrich von Eisen und anderen Metallen, von Mauerwerk und auch von Holz. Zur Bereitung der Theerpappe (Dachpappe) werden nicht unbedeutende Mengen von Theer consumirt. Die Anwendung des Theeres zur Fabrikation der Briquetten (Ziegel aus Koks- oder Kohlenklein und Theer), zur Färbung von Steingutgeschirren sei hier nur beiläufig erwähnt. Vor einigen Jahren suchte man den Theer, der sich so zu sagen wider Willen des Fabrikanten bei der Gasbereitung bildet, durch nochmaliges Erhitzen in Gas (Theergas) zu verwandeln, ohne jedoch dabei namhafte Vortheile zu erzielen. Ein besseres Resultat ist zum Vorschein gekommen, als man die Destillation bei gleichzeitiger Zersetzung von Wasserdämpfen vornahm. Daß es einige Gasfabriken für vortheilhaft gefunden haben, ihren Theer unter den Retorten zu verbrennen, wurde bereits S. 267 angeführt.

Handelt es sich um die Verarbeitung des Kohlentheers behufs der Isolirung der darin enthaltenen, in neuerer Zeit so wichtig gewordenen Bestandtheile, so verfährt man auf folgende Weise: Zunächst befreit man den Theer so viel als möglich von dem Condensationswasser, welches ihm immer beigemengt ist und das während der Destillation ein störendes Aufblähen verursachen würde. Zu dem Ende erhitzt man den Theer längere Zeit bei einer Temperatur von 80—100° in einer Blase von starkem Eisenblech, die mit Hut- und Kühlvorrichtung versehen ist, um die mit den Wasserdämpfen übergehenden leichten Kohlenwasserstoffe zu verdichten. Nach 36stündigem Erhitzen ist der Theer entwässert und es wird zur Destillation desselben geschritten. Es sind zahlreiche Modificationen in der Disposition der Destillationsapparate vorgeschlagen worden, so Erhitzen der Blase über freiem Feuer, im Sandbade, im Metallbade; Anwendung des luftverdünnten Raumes, um die Dampfbildung der flüssigen Kohlenwasserstoffe zu befördern; Destillation unter Mitwirkung eines Stromes gewöhnlicher oder überhitzter Wasserdämpfe; Zusatz von Eisenvitriol, gebranntem Kalk und ähnlichen Substanzen zu dem destillirenden Theer u. s. w. Die Erfahrung hat jedoch gelehrt, daß das einfachste Verfahren d. h. die Destillation über freiem Feuer bei gewöhnlichem Druck und ohne Mitwirkung von Wasserdämpfen auch das vortheilhafteste ist. Da die flüchtigen Producte nur geringe latente Wärme besitzen, so muß die Destillirblase so niedrig als möglich sein, jedenfalls darf die Höhe bei weitem nicht dem Durchmesser der Blase gleichkommen. Der Helm muß sorgfältig gegen jede Abkühlung geschützt sein. Die Blase ist an ihrem unteren Theile mit einem Hahn versehen, durch welchen nach beendigter Destillation das geschmolzene Pech abgelassen wird. In gewissen Fällen ist es von Vortheil, auf die Erzeugung von Pech und Asphalt zu verzichten, und die Destillation so weit als möglich zu treiben. Der Boden der Blase wird in diesem Falle

bis zum Dunkelrothglühen erhitzt und es bleibt eine poröse und glänzende Kohle zurück, die nach dem Erkalten von der Blase leicht entfernt werden kann. Eine Destillation von 750—800 Kilogr. Theer nimmt ungefähr 12—15 Stunden in Anspruch.

Bei der Verdichtung der Dämpfe ist einiges zu beobachten. Bei Beginn der Destillation, wo die leichtesten und flüchtigsten Kohlenwasserstoffe übergehen, muß der Kühlapparat auf das Beste abgekühlt werden, damit man einer vollständigen Verdichtung der Dämpfe sicher ist. Später, wenn die schweren Oele überdestilliren, darf das Kühlwasser bis auf 30—40° sich erwärmen. Gegen das Ende der Destillation, wo die am wenigsten flüchtigen Oele und die erstarrenden Producte wie das Paraffin und das Naphtalin übergehen, darf die Temperatur des Kühlwassers nicht unter 40° sein, wohl aber ohne Nachtheil auf 60—70° sich steigern. Bei dieser Temperatur verdichten sich nicht nur alle Producte, sondern bleiben auch noch flüssig und laufen mit Leichtigkeit ab. Als Folge der geringen latenten Wärme der Theeröle ist verhältnißmäßig nur ein geringes Quantum von Wasser erforderlich. In rationell betriebenen Theerfabriken benutzt man die bei der Condensation der Dämpfe frei gewordene Wärme zum Vorwärmen und Entwässern des Theeres, ja selbst zum Abdestilliren der flüchtigsten Producte. Der Kühlapparat kann ferner auch so eingerichtet sein, daß die mehr oder weniger flüchtigen Producte ein jedes für sich aufgefangen werden und die bereits condensirten Producte nicht nöthig haben, die ganze Länge der gußeisernen Kühlröhren zu durchlaufen.

Bei Beginn der Destillation muß vorsichtig erhitzt werden, damit der Theer nicht in lebhaftes Sieden geräth. In einigen Fabriken läßt man in dieser Periode einen bis auf 110—112° erhitzten Strom von Wasserdämpfen durch den Theer gehen, um die Dampfbildung der leichten Theeröle zu befördern. Letztere erscheinen nach ihrer Verdichtung als ein farbloses, leicht bewegliches Fluidum von 0,780 spec. Gew., welches nach und nach bis auf 0,830 sich steigert. Die mittlere Dichte dieses Productes ist 0,830. Es bildet das Benzol (Benzin, leichtes Theeröl, Photogen) des Handels und besteht aus zahlreichen Körpern, deren Siedepunkte zwischen 60 und 200° liegen und welche den Reihen Amylen $C_{10}H_{10}$, Propyl C_6H_7 und Benzol $C_{12}H_6$ angehören. Sobald die Dichte der übergehenden Producte 0,85 überschreitet, unterbricht man den Wasserdampfstrom und erhitzt stärker; die Destillation beginnt bei einer Temperatur von 200—220° C; das condensirte Product bleibt auch nach dem Erkalten flüssig und hat ein mittleres specifisches Gewicht von 0,880—0,885. Es bildet das schwerere Theeröl, welches zur Bereitung des Solaröles dient.

Die letzten Producte der Destillation, die beim Erkalten zu einer butterartigen (oder falls viel Naphtalin da sein sollte zu einer blättrig krystallinischen) Masse erstarren, werden auf Paraffin verarbeitet. Die schweren Theeröle enthalten die Carbolsäure und das Anilin.

100 Kilogr. Boghead-Kohlentheer gaben bei der Destillation:

Leichtes Theeröl von	0,825 spec. Gew.	60,8
Schweres Theeröl von	0,860 " "	1,0
Asphalt (bei 150° schmelzend)		20,0
Verlust		18,2
		100,0

In einer Gasfabrik, in welcher das Gas aus Bogheadkohle dargestellt und der dabei erhaltene Theer sogleich wieder verarbeitet wurde, erhielt man aus 2900 Kilogr. Theer

Wasser	168 Kilogr.
Leichtes Theeröl	480 "
Schweres Theeröl	883 "
Asphalt	1,195 "
Verlust (6 Proc.)	174 "
	2900 Kilogr.

Das leichte Theeröl wird zum Zwecke der weiteren Reinigung nochmals destillirt und das Destillat zuerst mit concentrirter Schwefelsäure, dann mit Natronlauge behandelt und endlich zum dritten Male rectificirt. Durch die Behandlung mit Schwefelsäure sollen die vorhandenen basischen Körper (Ammoniak, Anilin, Lepidin) und das Naphtalin entfernt werden, während durch die Natronlauge die vorhandene Carbolsäure gebunden wird. Die Menge der anzuwendenden Schwefelsäure beträgt 5 Proc. vom Gewicht des Theeröles, die Menge der Natronlauge von 1,382 sp. Gew. (= 40° B) etwa 2 Proc. Die so erhaltene Flüssigkeit ist und bleibt an der Luft farblos und bildet das Benzol oder Benzin des Handels, ein Gemenge verschiedener Körper, in welchem Benzol, Toluol und Xylol die Hauptbestandtheile ausmachen. [1]) Da Benzol bei 80°, Toluol bei 110°, Xylol bei 130° siedet, so kann man durch fractionirte Destillation oder durch Anwendung von Destillirapparaten, welche auf das Bd. III. pag. 601 beschriebene Princip

---

[1]) Mahla fand, daß das käufliche Benzol häufig nur sehr geringe Mengen von wirklichem Benzol enthalte, was mit den Beobachtungen A. Vogel's übereinstimmt. Auch H. Schiff bemerkte, daß das sogenannte Benzol des Handels Holzgeist, essigsaures Methyloxyd, Toluol, Xylol, aber kein Benzol enthalte.

basirt sind, nahezu reines Benzol darstellen, welches, wie Bd. IV. pag. 422 ausführlich erörtert worden ist, in Nitrobenzol übergeführt wird, welches den Ausgangspunkt zur Darstellung der Theerfarben (Rosanilinfarben) bildet.

Das käufliche Benzol, von welchem in den meisten Fällen das eigentliche Benzol bereits getrennt ist, wird in der Technik vielfältig anstatt des Terpentinöles als Lösungsmittel von Harzen, Fetten, Oelen, Kautschuk, Guttapercha, zum Carburiren des Leuchtgases, als Schmiermittel u. dgl. angewendet.

Aus dem rohen leichten Theeröle, namentlich aus dem bei der Destillation des Theeres zuerst übergegangenen Antheil, setzt sich beim Abkühlen bis auf — 10° Naphtalin ab, welches, wie Bd. IV. pag. 425 dargethan worden ist, zur Herstellung von rothen, violetten und gelben Farbstoffen (Naphtalinfarben) Verwendung findet.[1])

Das schwere Theeröl wird auf ähnliche Weise wie das leichte Theeröl durch successive Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure und mit Natronlauge gereinigt, durch Rectification über ein Gemenge von Eisenvitriol und Kalk von den widrig riechenden geschwefelten Verbindungen befreit und durch fractionirte Destillation, indem man die zwischen 150 und 200° übergehenden Antheile für sich auffängt, daraus die Carbolsäure (Phenylsäure, Steinkohlenkreosot) dargestellt, welche das Material ist zur Bereitung der Pikrinsäure (vergl. Bd. IV. pag. 422), ferner blauer und rother Farben, außerdem auch zum Conserviren von Holz, von anatomischen Präparaten, von gerbstoffhaltigen Extrakten u. s. f. Anwendung findet.

Der künstliche Asphalt (deutscher Asphalt, Theerpech) wird in großer Menge in der Firniß- und Lackfabrikation (vergl. diesen Band pag. 187) benutzt, außerdem zur Herstellung des Asphaltpflasters. — Den Asphalt sowohl, als auch die schweren Theeröle wendet man gegenwärtig nicht selten zur Darstellung von Lampenruß an.

Der Gaskalk (vergl. S. 282) findet in Folge seines Gehaltes an Calciumsulfhydrat zum Kalken der Häute in der Gerberei (vergl. S. 30), wegen seines Cyancalciumgehaltes zur Bereitung von Berlinerblau Anwendung.

---

[1]) Viele Umstände sprechen dafür, daß das Naphtalin ein Umsetzungsproduct der leichten Theeröle sei nach dem Schema:

$$\underset{\text{Benzol}}{2\,C_{12}H_6} = \underset{\text{Naphtalin}}{C_{20}H_8} + \underset{\text{Leuchtgas}}{C_4H_4}$$

Nach Magnus' Versuchen dagegen ist das Naphtalin ein Zersetzungsproduct des Leuchtgases.

II. Holz- und Torfgas.

§. 143.

Das Holzgas.

Wie bereits S. 241 angeführt wurde, beschäftigte sich der französische Ingenieur Le Bon schon im Jahre 1799 mit der Darstellung von Leuchtgas aus Holz und construirte seine Thermolampe. Dieser Licht und Wärme spendende Apparat konnte aber nirgends sich behaupten und wurde schnell überall wieder verlassen, wo er eingeführt worden war, hauptsächlich wohl aus dem Grunde, weil das Leuchtvermögen des darin verbrannten Gases ein schwaches war und mit dem Kohlengase, welches bald nachher auftauchte, nicht entfernt concurriren konnte. Es ist kein einziger Fall bekannt, daß das Holzgas Le Bon's an irgend einem Orte zur regelmäßigen Beleuchtung benutzt worden wäre. Dumas, der genaue Kenner der chemischen Industrie, bezeichnet dieß vollkommen richtig in seinem Lehrbuche der angewandten Chemie,[1]) wenn er hervorhebt, daß die Thermolampe keinen Erfolg haben konnte, sei es nun der schwierigen Behandlung oder des schwachen Lichtes wegen, welches dieselbe erzeugte; die darin gebildeten Gase seien nur Grubengas und Kohlenoxydgas, die bekanntlich beide ein nur schwaches Leuchtvermögen besitzen.

Im Winter 1848/49 wurde M. Pettenkofer in München durch den Baurath Ruland daselbst veranlaßt, die Versuche zur Fabrikation des Leuchtgases aus Holz wieder aufzunehmen. Er fand dabei vollkommen bestätigt, was Dumas angiebt, daß nämlich bei der Temperatur der Verkohlung des Holzes nur solche Gase entstehen, welche zu Beleuchtungszwecken keine Verwendung finden können, weil außer Kohlensäure und Kohlenoxyd nur Methylwasserstoffgas, aber keine schweren Kohlenwasserstoffe sich bilden. Werden aber die bei der Verkohlung des Holzes sich bildenden Dämpfe noch weiter erhitzt, so entsteht eine größere Menge Gas und es gehen Zersetzungen unter Bildung schwerer Kohlenwasserstoffe vor sich, so daß das Holzgas reicher daran ist, als das Kohlengas.

Wahrscheinlich wäre es längst schon gelungen aus Holz ein leuchtendes Gas darzustellen, da die Dämpfe aus demselben schon bei sehr niedriger Temperatur, nämlich schon bei 150° sich bilden. Aus Steinkohlen entwickeln

---

[1]) Dumas, Handbuch der angewandten Chemie, Nürnberg 1830; Bd. I. p. 724.

sich bei dieser Temperatur weder Gas noch Dämpfe. Um den Prozeß bei der Bildung des Leuchtgases aus Holz genau zu verstehen, hat man zunächst zu unterscheiden zwischen jener Temperatur, bei welcher Holz in Kohle und in Dämpfe zerlegt wird — Temperatur der Verkohlung — und zwischen derjenigen Temperatur, bei welcher die entstandenen Dämpfe zu permanentem Leuchtgas zerlegt werden.

Aus Steinkohlen (Harz und Oel) wird in den gewöhnlichen Retorten der Gasfabriken deshalb sofort ein brauchbares Leuchtgas erhalten, weil die Dämpfe bei ihrer Bildung schon eine weit höhere Temperatur besitzen, als die aus Holz sich entwickelnden Dämpfe, demnach nur wenig noch höher erhitzt zu werden brauchen, um in Leuchtgas übergeführt zu werden, oder mit anderen Worten, weil die Temperaturen der Verkohlung und Leuchtgasbildung sich viel näher liegen, als bei dem Holz. Die für die Gasbereitung aus Kohlen geeigneten Apparate sind deshalb auch bei weitem nicht ausreichend, um Holzgas darzustellen. Von den in dem Holztheer sich vorfindenden kohlen- und wasserstoffreichen Körpern haben einige für sich einen weit höheren Siedepunkt (200—250°), bei dem sie sich, ohne chemische Zersetzung zu erleiden, destilliren lassen, als diejenige Temperatur ist, bei welcher sie aus dem Holze entstehen. In ihnen hauptsächlich ruht die Leuchtkraft und es müssen dieselben durch noch höhere Temperatur zu kohlenstoffreichen permanenten Gasen zersetzt werden.

Bei der Holzgasbereitung hat man einen Raum für die Zersetzung des Holzes, d. h. eine Retorte von der Form der gewöhnlichen Gasretorten, und neben diesem Raum oder dieser Retorte einen zweiten Raum, den Generator, für die Zersetzung der primitiv entstehenden Dämpfe zu Leuchtgas. Zu dem Ende umgab man anfangs die Retorte, in welcher das Holz verkohlt wurde, mit glühend erhaltenen Röhren, in denen die Dämpfe behufs ihrer Umwandelung in Leuchtgas hin und her gehen mußten; gegenwärtig hat man aber allgemein diese complicirten Retorten verlassen und bedient sich einfacher, aber großer Retorten. Dieselben sind im Verhältniß zu einer Ladung Holz (= 60 Kilogr.) sehr geräumig, mit Leichtigkeit würden sie die dreifache Holzmenge fassen; sie bieten deshalb den Holzdämpfen eine hinlänglich große glühende Fläche dar.

Es ist kein großer Unterschied in der Quantität und Qualität des Gases, wenn man verschiedene Holzarten zur Destillation verwendet; was den Unterschied in der Menge betrifft, so ergiebt sich derselbe aus neueren Untersuchungen von W. Reissig, welcher Aspenholz (1), Lindenholz (2), Lärchenholz (3) und Weidenholz (4) zur Holzgasbereitung benutzte:

50 Kilogr.	(1)	gaben an gereinigtem Gas	592	Cubikfuß und	9,9	Kilogr.	Kohle
50 „	(2)	„ „ „ „	620—640	„ „	9—11	„	„
50 „	(3)	„ „ „ „	550	„ „	12,5	„	„
50 „	(4)	„ „ „ „	660	„ „	9,0	„	„

Das ungereinigte Gas enthält große Mengen von Kohlensäure, wie folgende von Pettenkofer ausgeführte Analyse von Holzgas aus möglichst harzfreiem Fichtenholze zeigt:

Schwere Kohlenwasserstoffe	6,91
Methylwasserstoff	11,06
Wasserstoff	15,07
Kohlensäure	25,72
Kohlenoxyd	40,59

In 1 Volumen der schweren Kohlenwasserstoffe waren 2,82 Vol. Kohlenstoffdampf.

Die Kohlensäure wird aus dem rohen Gase durch Kalkhydrat sorgfältig entfernt.

Das gereinigte Holzgas ist nach Reissig's oben erwähnten Untersuchungen folgendermaßen zusammengesetzt:

	(1)	(2)	(3)	(4)
Schwere Kohlenwasserstoffe	7,24	7,86	9,00	7,34
Wasserstoffgas	31,84	48,67	29,76	29,60
Leichter Kohlenwasserstoff	35,30	21,17	20,96	24,02
Kohlenoxydgas	25,62	22,30	40,28	39,04
	100,00	100,00	100,00	100,00

§. 144.

Ueber den Betrieb der Holzgasfabrikation und die dabei angewendeten Apparate ist wenig nur zu sagen, da im Wesentlichen alles das gilt, was bei der Steinkohlengasfabrikation bereits bemerkt worden ist.

Das zur Destillation zu verwendende Holz — Föhren- und Tannenholz — wird in eine Trockenkammer, die hinter dem Retortenofen liegt und vom Boden aus durch den aus dem Ofen in einen Kanal strömenden Rauch erwärmt wird, gebracht und darin 24 Stunden lang gelassen. Vor dem Trocknen wird das Holz in lange dünne Scheite gespalten. Eine Klafter Föhrenholz von 17—18 Ctr. Gewicht wiegt nach dem Trocknen nur noch 14—14,5 Ctr. Die Retorte wird mit 50—60 Kilogr. Holz beschickt und wie gewöhnlich verschlossen. In $1^1/_2$ Stunden ist die Destillation beendigt, und man erhält nach Abzug der Kohlensäure mindestens circa 16 Kubikmeter (nahezu 600 Cubikfuß) leuchtendes Gas. Ueber die Ausbeute an Holzgas in Thon- und

in Eisenretorten liegen folgende Angaben von Geith vor: 1 Ctr. Holz liefert im Durchschnitt

	Thonretorte.	Eisenretorte.
Gas	491 Cubikfuß	651 Cubikfuß
Essig	$33^{4}/_{17}$ Pfd.	$27^{5}/_{23}$ Pfd.
Theer	$2^{14}/_{17}$ "	2 "
Holzkohle	$17^{1}/_{17}$ "	$16^{12}/_{23}$ "

Steinkohlen zur Unterfeuerung waren nöthig

	84,0 Pfd.	101,6 Pfd.

mithin pro 1000 Cubikfuß Gas

	$100^{5}/_{8}$ "	$66^{2}/_{3}$ "

Wegen des großen Kohlensäuregehaltes müssen die Kalkreiniger eine große Oberfläche haben.

Ein wichtiger Punkt ist bei dem Holzgase die Größe der Oeffnungen an den Brennern, da das specifische Gewicht des Holzgases durchschnittlich nicht unter 0,70 beträgt, während das des Steinkohlengases in der Regel nicht 0,5 erreicht. Diese Verhältnisse sind von Wichtigkeit für die Form und den Umfang des Flammenkörpers. Je leichter das Gas, desto leichter die Ausströmung und Ausdehnung in der Luft, je schwerer dasselbe, desto träger das Ausströmen und Aufsteigen in der Luft. Ein leichteres Gas wird beim Ausströmen die umgebende Luft weder durchschneiden und trennen, während ein schwereres Gas sich im Verhältnisse mit der atmosphärischen Luft der Umgebung mehr reiben und mischen wird. Damit diese Mischung mit Luft nicht einen der Leuchtkraft nachtheiligen Grad erreiche, muß die Oeffnung an den Holzgasbrennern wesentlich breiter sein, als bei Kohlengas. Holzgas, aus Kohlengasbrennern, die für einen stündlichen Verbrauch von 70—100 Liter (3—4 Cubikcent.) berechnet sind, unter etwas starkem Drucke verbrannt, giebt in der Regel eine kaum leuchtende Flamme, während das nämliche Gas aus Brennern mit weiten Oeffnungen gebrannt, eine Leuchtkraft entwickelt, welche die des gewöhnlichen Steinkohlengases übertrifft. Nach Versuchen, die im Jahre 1855 von v. Liebig und Steinheil angestellt wurden, ergab sich als Resultat für $4^{1}/_{2}$ engl. Cubikfuß per Stunde

Steinkohlengas = 10,84 Normalwachskerzen,
Holzgas = 12,92 "

Demnach ist das Verhältniß der Leuchtkraft bei beiden Gasen durchschnittlich Holzgas: Kohlengas = 6:5. In englischen Normalwallrathkerzen, welche per Stunde 9,266 Grm. Wallrath consumiren, ausgedrückt, entspricht bei einem Consume von $4^{1}/_{2}$ Cubikfuß per Stunde

Steinkohlengas 14,45 engl. Normalkerzen,
Holzgas 17,23 „ „

Die Vortheile der Holzgasbereitung liegen auf der Hand. Die Holzverkohlung ist zum Beleuchtungsgeschäft herangezogen worden und der weiteren Bedingung, der Billigkeit, genügt das Holzgas lediglich dadurch, daß es mit einem werthvollen und leicht verwerthbarem Product, der Holzkohle, entsteht. Das Holz liefert für gleiches Gewicht weit mehr Gas und dieses in beträchtlich kürzerer Zeit als die Steinkohle, während die Leuchtkraft zu Gunsten des Holzgases steht. Ein wichtiger Vorzug des Holzgases ist ferner die gänzliche Abwesenheit von Ammoniak und von Schwefelverbindungen, so daß bei seiner Verbrennung niemals schweflige Säure sich bilden kann. Bei Vergleichung der Herstellungskosten des Steinkohlengases mit denjenigen des Holzgases hat sich die Thatsache herausgestellt, daß überall, wo ein Centner ungeflößtes Nadelholz wohlfeiler zu haben ist als ein Centner zum Vergasen taugliche Steinkohle, die Beleuchtung mit Holzgas als die vortheilhaftere sich empfiehlt. Auch das Anlagekapital und dessen Verzinsung sprechen zu Gunsten der Holzgasbeleuchtung. Holzgasapparate nehmen ferner weniger Raum in Anspruch als Kohlengasapparate und namentlich sind viel weniger Retorten nothwendig, da die Destillation des Gases aus Holz außerordentlich schnell vor sich geht. Eine Retorte liefert in 24 Stunden an Holzgas 10,000 Cubikfuß, an Steinkohlengas 4000 Cubikfuß. Als ein Nachtheil der Holzgasbeleuchtung sind der große Verbrauch an Reinigungsmaterial, an Kalk, sowie die großen Kosten für Vorbereitung desselben anzuführen. [1])

Der Holztheer (2 Proc. vom Gewicht des getrockneten Holzes) und der Holzessig (100 Theile Holz geben 0,5 bis 0,75 Theile trocknen essigsauren Kalk) werden so gut als es die Localität gestattet, verwerthet, ersterer in einigen Gasfabriken, wo es an einer geeigneten Verwendung fehlt, auch unter den Retorten verfeuert.

§. 145.

Das Torfgas.

Wenn man den Torf (vergl. Bd. I. pag. 659) der trocknen Destillation unterwirft, so erhält man genau so wie bei der Steinkohle Gas, wässeriges

---

[1]) C. Stammer empfiehlt (Dinglers polytechn. Journal Bd. CLV. p. 353) eigenthümliche Brenner, von ihm Sternbrenner genannt, mit deren Hülfe es möglich ist, ungereinigtes Holzgas (mit 12—16 Proc. Kohlensäure) mit hellleuchtender Flamme zu

Destillat, Theer und Kohle (Torfkohle), so erhielt z. B. Vohl bei der Destillation eines lufttrocknen Torfes (Moortorf eines Hochmoores im Canton Zürich) aus 100 Theilen

Gas	17,625
Theer	5,375
Wässriges Destillat	52,000
Kohle	25,000
	100,000

Die Producte der trocknen Destillation des Torfes sind:

Flüssige Kohlenwasserstoffe:
- Turfol von 0,820 spec. Gewicht
- Schweres Oel (Schmieröl) von 0,885 spec. Gewicht
- Paraffin und Carbolsäure

Basen:
- Ammoniak
- Aethylamin
- Picolin
- Lutidin
- Anilin
- Caespitin [1])

Säuren:
- Kohlensäure
- Schwefelwasserstoff
- Cyanwasserstoffsäure
- Essigsäure
- Buttersäure
- Valeriansäure
- Carbolsäure

Gasförmige Producte:
- Schwere Kohlenwasserstoffe
- Leichter Kohlenwasserstoff
- Wasserstoffgas
- Kohlenoxydgas

Der Torfgaserzeugungsapparat ist der bei der Holzgasfabrikation gebräuchliche. W. Reissig, welcher sich 1859 (in Regensburg) mit Versuchen über die Fabrikation von Torfgas beschäftigte, wendete Specktorf aus der Umgegend von München an, der sehr wenig Asche und 14—15 Proc. Wasser enthielt. Im Durchschnitt gab 1 Ctr. (bayerisch) 426 Cubikf. (bayerisch) Gas (50 Kilogramm Torf entsprechen 337 engl. Cubikfuß). Die Gasentwickelung geht im Anfange wie bei Holz rasch vor sich, doch nimmt sie gleichmäßiger und stetiger ab, als bei diesem.

---

verbrennen. Die Leuchtkraft wird durch Abänderung des während der Verbrennung stattfindenden chemischen Processes hervorgerufen. Ueber die Einrichtung der Sternbrenner ist nichts bekannt gemacht worden.

[1]) Das Caespitin $C_{10}H_{13}N$ (Siedepunkt 95°) wurde 1861 von A. H. Church und Owen unter den Producten der trocknen Destillation von irischem Torfe aufgefunden.

Bei gleicher Destillationszeit entwickelten:

	100 Pfd. Torf	in	100 Pfd. Holz	
1— 5 Minuten	64	Cubikfuß	91	Cubikfuß Gas
5—10 „	48	„	77	„ „
10—15 „	40	„	73	„ „
15—20 „	40	„	74	„ „
20—25 „	37	„	71	„ „
25—30 „	38	„	69	„ „
30—35 „	35	„	59	„ „
35—40 „	32	„	46	„ „
40—45 „	30	„	35	„ „
45—50 „	27	„	24	„ „
50—55 „	21	„	14	„ „
55—70 „	15	„	8	„ „
70—90 „	10	„	7	„ „
	437	Cubikfuß	648	Cubikfuß Gas

Das ungereinigte Holzgas enthält viel Kohlensäure, und außerdem auch Schwefelwasserstoff und Ammoniak. Die Menge der Kohlensäure ist derjenigen des ungereinigten Holzgases gleich und beträgt selbst mehr. Die Menge des Schwefelwasserstoffes ist sehr wandelbar und variirt von Spuren bis zu 2—3 Volumenprocenten. Zur Reinigung des Torfgases ist der Kalk in etwas größerer Quantität, als bei der Holzgasfabrikation erforderlich (bei Versuchen, die in Bayreuth angestellt wurden, waren zur Reinigung von 1000 Cubikcent. Torfgas 41 Pfd. gebrannter Kalk nöthig).

In Uetersen in Holstein, der einzigen, in wirklichem Betriebe befindlichen Torfgasanstalt Deutschlands [1]) verfährt man nach der Beschreibung Schilling's auf folgende Weise: Die angewandten Retorten sind eiserne ⌓Retorten von 2 Fuß lichter Weite, 1 Fuß 3 Zoll Höhe und 7 Fuß 9 Zoll Länge. Oben auf jeder Retorte befinden sich der Länge nach die Züge, in denen die in den Retorten entwickelten Gase und Dämpfe vor ihrem Entweichen hin- und hergeführt werden, wodurch sie in Leuchtgas übergehen. Die Retorten sind am Boden und an den Seiten durch feuerfeste Steine und Platten gegen die directe Einwirkung des Feuers geschützt. Die Flamme streicht unter den Boden hin, zugleich durch Seitenöffnungen aufwärts und umspielt den ganzen oberen Theil der Retorte; die Verbrennungsproducte gelangen durch zwei im Scheitel des Gewölbes angebrachte Oeffnungen, von

[1]) Nach neueren Mittheilungen von Schilling (Journal für Gasbeleuchtung, 1862 p. 306) erscheint der Torf zur Gasbeleuchtung nicht empfehlenswerth, so sei auch die Torfgasanstalt in Uetersen auf Steinkohlen übergegangen.

denen die hintere jedoch fast geschlossen ist, zuerst in einen kleinen, und von da in den größeren Rauchkanal, von wo aus sie in den Schornstein abgeführt werden. Zur Zeit der Schilderung der Gasanstalt (1859) bestand die Ladung einer Retorte aus 80 Pfd. Torfstücken und lag gänzlich in ihrem hinteren glühenden Theil. Man brachte sie mittelst eines schaufelartigen Eisenbleches ein, welches in das Mundstück der Retorte eingeschoben wurde. Um den Torf aus der Schaufel zu bringen, drehte man diese nicht, wie bei den Steinkohlengasretorten, um, sondern ein Arbeiter setzte eine Krücke, welche in den Querschnitt der Schaufel paßt, vor die Ladung, und schob diese damit nach hinten, während ein zweiter Arbeiter die Schaufel zurückzog. Später hatte man angefangen, die Hälfte des jedesmaligen Torfkoks in der Retorte zu lassen, und die Ladung darauf zu bringen. Man war der Ansicht, daß die glühende Koksmasse durch Vergrößerung der Berührungsfläche die Destillation der daraufgebrachten Füllung wesentlich beförderе. Es wurde auch beabsichtigt, unter dem Vorderende der Blechschaufel ein kleines Rad anzubringen, damit beim Einbringen der Ladung die glühenden Koks nicht auf einen Haufen nach hinten zusammengeschoben werden, sondern gleichmäßig vertheilt liegen bleiben. Der in Uetersen zum Vergasen verwendete Torf war ein leichter, gelblichbrauner Rasentorf, welcher vor seiner Benutzung getrocknet wurde, wobei er 8 Proc. Wasser verlor. Eine Ladung von 80 Pfund gab 406 Cubikfuß gereinigtes Gas (1 Ctr. Torf = 507,5 Cubikfuß). Nach dem Fabrikationsbuche war der Ertrag an gereinigtem Gas pro Centner

vom	15.	Octbr.	bis	zum	1.	März	= 504	Cubikfuß	gereinigtes	Gas,
„	1.	März	„	„	12.	„	= 567	„	„	„
„	12.	„	„	„	13.	„	= 5[illegible]0	„	„	„
„	13.	„	„	„	14.	„	= 612	„	„	„
„	14.	„	„	„	15.	„	= 604	„	„	„
„	15.	„	„	„	16.	„	= 638	„	„	„
„	16.	„	„	„	17.	„	= 604	„	„	„

Der größere Ertrag in der letzteren Zeit wurde dem bereits hervorgehobenen Umstande zugeschrieben, daß die Hälfte der Koks in der Retorte zurückblieb.

Von der Retorte aus gelangt das Gas in die Vorlage, welche in einem gemauerten mit Wasser gefüllten Trog liegt; sie ist wegen der verhältnißmäßig raschen Gasentwickelung größer als bei der Steinkohlengasfabrikation. Die in der Vorlage sich sammelnden flüssigen Producte werden in die Theercisterne geführt, während das Gas in den Condensator gelangt. Auf letzteren folgt ein Scrubber, welcher aber nicht mit Koks, sondern mit Holzspänen gefüllt ist und von oben feucht erhalten wird. Hinter dem Scrubber

passirt das Gas noch einen Waschapparat und gelangt alsdann in zwei Kalkreiniger. 100 Pfund ungelöschten Kalkes reichen hin zur Reinigung von 1500 Cubikfuß Gas. Was die Nebenproducte betrifft, so betrug die Masse des gewonnenen Theeres 2,3 Proc. des verbrauchten Torfes. In dem Gaswasser ist Ammoniak in nicht unbedeutender Menge enthalten.

Von ferneren Versuchen, Leuchtgas aus Torf zu bereiten, seien folgende angeführt:

a) In der Holzgasfabrik der k. k. Irrenheilanstalt in Wien erhielt man aus 1 Ctr. gut getrocknetem Torf 510 Cubikfuß gereinigtes Gas und 44—45 Pfund Torfkohle. Die Vergasung einer Ladung von 60 Pfd. dauerte nur $1\frac{1}{4}$ Stunde und mit Einschluß der zur Beschickung und zum Kohlenausziehen nöthigen Zeit $1\frac{1}{2}$ Stunden, so daß binnen 24 Stunden 16 Ladungen gemacht und mit einer einzigen Retorte 4800—4900 Cubikfuß Gas producirt werden können.

b) In der Flachsspinnerei zu Lambach, wo man sich eines Apparates zur Torfgaserzeugung bediente, der seit Jahren zur Herstellung von Leuchtgas aus Holz verwendet wird, erhielt man an Leuchtgas aus

1 Ctr. lufttrockenem Torf 460 Cubikfuß (α)
1 „ übertrockenem „ 470 „ (β),

ferner

	(α)	(β)
Torfkohle	24,83 Proc.	28,97 Proc.
Theer	2,5 „	2,94 „
Ammoniakalisches Wasser	38,75 „	27,94 „

c) Gräser in Salzburg stellte seine Versuche mit comprimirtem und getrocknetem Torfe an; die Resultate der Versuche ergeben sich aus folgender Tabelle:

Retortenbeschickung.	Zeit der Destillation.	Gewicht des Torfes. Pfd.	Gasproduction in Cubikfuß (engl.)	Gewonnene Torfkohle. Pfd.
1. Ladung	$1\frac{1}{4}$ Stunde	100	465	47
2. „	$1\frac{1}{4}$ „	100	486	43
3. „	1 „	100	502	43
4. „	1 „	100	498	43
5. „	$\frac{3}{4}$ „	100	489	47
6. „	1 „	100	507	41
7. „	1 „	100	509	43
8. „	$\frac{3}{4}$ „	100	511	40
Summa	—	800	3967	347

Somit gab 1 Ctr. Torf 496 Cubikfuß (engl.) gereinigtes Torfgas.

Nach einem anderen Verfahren der Torfgasbereitung, auf welches Köchlin, Duchatet und Perpigna sich 1855 ein Patent ertheilen ließen, wird der Torf in gewöhnlichen Retorten der Destillation unterworfen, das durch Kalk gereinigte, nicht leuchtende Gas in einen Gasometer aufgesammelt, und aus dem zugleich gewonnenen Theer, indem er dampfförmig durch eine glühende eiserne Retorte streicht, welche durch eine Scheidewand in zwei Kammern getheilt ist, in der Weise aber, daß zwischen dem Ende der Retorte und dem Ende der Scheidewand ein Kanal oder eine Verbindung beider Kammern bleibt, ein leuchtendes Gas hergestellt, welches dem nicht leuchtenden beigemischt, demselben die erforderliche Leuchtkraft ertheilen soll. Nach der Angabe von A. Chevalier wendet man zum Beleuchten des Boulevard de Sébastopol in Paris ein Gas an, welches ein Gemenge ist von Torfgas und Torfölgas. Man erhält es durch Zersetzen von 12 Kilogr. Torföl und 100 Kilogr. Torf. Wie L. Foucault behauptet, soll das nur mit Torföl dargestellte Leuchtgas eine 7—8 Mal größere Leuchtkraft besitzen als das Pariser Steinkohlengas, das Gemisch von Torfgas und Torfölgas ergab beständig eine größere Leuchtkraft als das Steinkohlengas.

Aus den von Reissig (1859) angestellten Versuchen und Analysen ergiebt sich, daß das Torfgas von vorzüglicher Güte hergestellt werden kann. Gereinigtes Torfgas zeigte sich zusammengesetzt aus

I. Schweren Kohlenwasserstoffen	9,52
Leichtem Kohlenwasserstoffgas	42,65
Wasserstoffgas	27,50
Kohlenoxydgas	20,33
Kohlensäure und Schwefelwasserstoff	Spuren
	100,00

Die Analyse eines anderen, mit vorzüglichem Torfe bereiteten Gases gab:

II. Schwere Kohlenwasserstoffe	Elayl = 9,52; Ditetryl = 3,64	= 13,16
Leichtes Kohlenwasserstoffgas		33,00
Wasserstoffgas		35,18
Kohlenoxydgas		18,34
Kohlensäure und Schwefelwasserstoff		0,00
Stickstoff		0,32
		100,00

Die Lichtstärke des unter I analysirten Torfgases, mit einem Zweilochbrenner unter einem Drucke von 4 Linien gebrannt, betrug (nach dem Bunsen'schen Photometer) für die Lichtstärke einer Stearinkerze (6er), welche 22''' engl. hoch brannte

für	1	dergl.	= 0,55	Cubikfuß engl. per Stunde
„	2	„	= 1,2	„ „ „ „
„	3	„	= 1,35	„ „ „ „
„	5	„	= 2,0	„ „ „ „
„	10	„	= 2,64	„ „ „ „
„	14	„	= 3,6	„ „ „ „
„	18	„	= 4,3	„ „ „ „
„	24	„	= 4,7	„ „ „ „

Bei Holzgas unter den nämlichen Bedingungen verbrannt, wurde gebraucht:

für	1	dergl.	= 0,5	Cubikfuß engl. per Stunde
„	2	„	= 1,15	„ „ „ „
„	3	„	= 1,3	„ „ „ „
„	5	„	= 1,8	„ „ „ „
„	10	„	= 2,7	„ „ „ „
„	14	„	= 3,6	„ „ „ „
„	18	„	= 4,1	„ „ „ „
„	24	„	= 4,5	„ „ „ „

Aus diesen Versuchen ist ersichtlich, daß das Holzgas einen kleinen Vorsprung vor dem Torfgase hat.

Ueber die Fabrikation von Leuchtgas aus Braunkohle liegen nur wenige Angaben vor. Im Allgemeinen hat sich herausgestellt, daß die Leuchtkraft des gereinigten Braunkohlengases der des Holzgases nicht nachsteht, die Ausbeute aber weit geringer sei als bei Torf und Holz. Bei Versuchen von Taché in der Gasanstalt bei Gießen mit Braunkohle (von Salzhausen bei Nidda im Großherzogthum Hessen) angestellt, wurden erhalten

aus 100 Pfd. Braunkohle { Versuch I. 315 Cubikfuß engl. gereinigtes Gas
 „ II. 317 „ „ „ „

Es blieben in der Retorte 32—36,4 Proc. Koks, die sowohl zum Schmieden, sowie in Bezug auf Hitzerzeugungsfähigkeit genügende Resultate gaben, jedoch im Feuer bald verschlackten.

III. Das Wassergas.

§. 146.

Allgemeines.

Das Verfahren zur Erzeugung des Wassergases (gaz à l'eau, *water gaz*) besteht im Wesentlichen darin, daß man Wasserdämpfe durch eiserne oder thönerne Retorten strömen läßt, die mit glühender Holzkohle oder mit glühendem Koks gefüllt sind. Das Wasser zersetzt sich in Berührung mit

der glühenden Kohle und bildet ein Gasgemenge, welches aus Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Kohlensäure und geringen Mengen von Sumpfgas besteht. Das von der Kohlensäure durch Kalk befreite Gas, wesentlich aus Kohlenoxyd und Wasserstoff bestehend, ist, obgleich nicht leuchtend, doch zu Beleuchtungszwecken verwendet worden, indem man

1) wie nach dem Verfahren von Gillard, an die Brennermündungen kleine Platincylinder bringt, welche in der Flamme bald weißglühend werden und derselben Leuchtkraft ertheilen;

2) es mit kohlenstoffreichen Dämpfen imprägnirt. Letzterer Fall ist der gewöhnlichere. Die ihm zu Grunde liegende Idee rührt von Jobard in Brüssel (1832) her.

Die Angaben über die Zusammensetzung des Wassergases sind sehr verschieden, so sagen Jacquelain[1]) und auch Gillard[2]), daß das von ihnen erhaltene Gas ein Gemenge von Wasserstoff mit Kohlensäure sei, welches durch Kalk von der Kohlensäure befreit, im Wesentlichen aus Wasserstoffgas bestehe, andere geben und zwar mit größerem Rechte an, daß ihr Gas Kohlenoxyd und Wasserstoffgas enthalte. Mit der letzten Ansicht stimmen die Resultate von Langlois[3]) überein. Zur Bildung von 1 Aeq. Kohlenoxydgas ist das Vorhandensein von 1 Aeq. Wasserdampf erforderlich, dessen Wasserstoff frei gemacht wird:

$$C + HO = CO + H.$$

Begegnet nun in noch höherer Temperatur als bei der zu dem vorstehenden Vorgange erforderlichen Dunkelrothglühhitze, dem Kohlenoxydgase abermals Wasserdampf, so entzieht — wie dies Verver experimentell bestätigt hat — unter günstigen Umständen das Kohlenoxydgas dem Wasserdampf wiederum dessen Sauerstoff, um sich damit zu Kohlensäuregas zu vereinigen, während ein neuer Antheil von Wasserstoffgas frei wird:

$$CO + HO = CO_2 + H.$$

Nur in dem Falle, daß die entstandene Kohlensäure dem Gaserzeugungsapparate nicht schnell genug entzogen wird, sondern einige Zeit mit den glühenden Kohlen in Contact gelassen wird, kann die Rückbildung von Kohlenoxyd unter Verwendung eines neuen Kohlenstoffäquivalentes erfolgen.

---

1) Wagner, Jahresbericht 1856 p. 420.

2) Liebig und Kopp, Jahresbericht 1850 p. 420.

3) Wagner, Jahresbericht 1859 p. 639.

§. 147.

Gillard's Gas.

Im Jahre 1846 errichtete Gillard zu Passy bei Paris eine Gasanstalt, in welcher Wasserstoffgas, durch Zersetzen des Wassers enthalten, zu Beleuchtungszwecken dargestellt wurde. Das anfänglich zu Grunde gelegte Princip bestand in der Zersetzung von Wasserdämpfen in einer mit Eisendraht gefüllten, glühenden Gasretorte, aber mit einer Einrichtung, welche es ermöglichte, den oxydirten und dadurch unwirksam gewordenen Draht sofort und zur Stelle wieder wirksam zu machen. Die bloße Drehung eines Wechselhahnes sperrte nämlich zugleich den Zutritt des Wasserdampfes und eröffnete zugleich einem, zu diesem Behufe besonders aus Koks entwickelten Kohlenoxydgasstrom den Weg durch die Retorte. Es bildete sich Kohlensäure, welche nicht zu dem Wasserstoff, sondern getrennt abgeleitet wurde, und metallisches Eisen ($Fe_3O_4 + 4\,CO = 4\,CO_2 + 3\,Fe$), welches nach wiederhergestellter Richtung des Hahnes wieder zur Wasserstoffentwickelung diente, und so in ununterbrochener Abwechselung fort. Große Schwierigkeiten veranlaßten jedoch Gillard, dieses System gegen ein anderes zu vertauschen und zwar gegen die Zersetzung des Wasserdampfes vermittelst Hindurchleiten durch eine Retorte mit glühenden Kohlen. Nach einer von Barruel und Jacquelain ausgeführten Analyse besteht das Wassergas bei seinem Austritt aus der Retorte aus

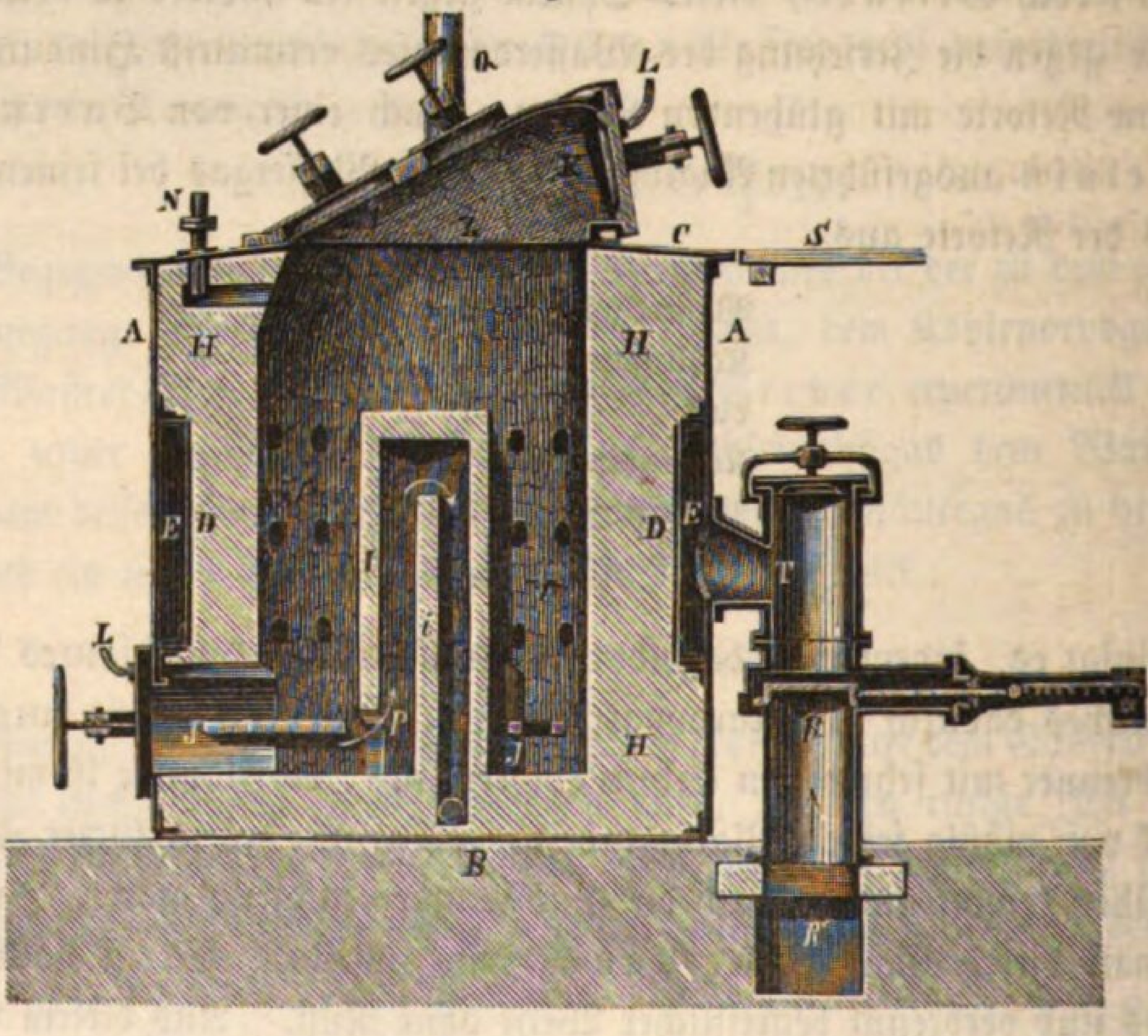
Wasserdampf	2
Kohlensäure	2
Luft	5
Kohlenoxydgas	14,7
Wasserstoffgas	76,3
	100,0

Man reinigt es, indem man dasselbe über krystallisirtes kohlensaures Natron leitet, welches dadurch in Bicarbonat übergeht. Das Gas strömt durch einen Argandbrenner mit sehr vielen kleinen Löchern aus; die Flamme ist mit einem Netzwerk von mäßig feinem Platindraht umgeben, welches in kurzer Zeit in's Weißglühen kommt und dadurch die Gasflamme leuchtend macht. In Paris nennt man dieses Gas Platingas (gaz-platine). Es ist völlig rein, geruchlos und verbrennt begreiflicher Weise ohne Ruß. Aus diesem Grunde namentlich ist es in den berühmten Werkstätten und Magazinen von Christofle u. Co. in Paris eingeführt. Seine Leuchtkraft ist größer als die des Kohlengases (das Verhältniß ist nach Girardin wie 130 : 127).

Ein Gillard'scher Brenner consumirt 227 Liter. Der Cubikmeter (= 35,31 engl. Cubikfuß) kommt auf 15 Centimes zu stehen, 1000 Cubikfuß demnach 4,5 Franken (= 3 fl. 46 kr. südd. Währung).

Seit etwa sechs Jahren hat das nach Gillard's Verfahren erhaltene Wassergas eine größere Bedeutung gewonnen, besonders seitdem man die Stadt Narbonne damit beleuchtet und es gelungen ist, das verdächtige und giftige Kohlenoxydgas bis auf die geringe Menge von 4—5 Proc. aus dem Gase zu entfernen. Früher wendete man hierzu in Narbonne Retorten an, welche von außen erhitzt wurden und durch welche man Hochdruckdampf (von $5\frac{1}{2}$—6 Atmosphären) leitete. Nach der Angabe von Verver brauchte man zur Production von 1 Cubikmeter Gas 0,3243 Kilogr. Holzkohle und zur Heizung 1,41 Kilogr. Steinkohle. Dieses Verfahren hatte den Nachtheil, daß der Ofen und die Retorten sehr angegriffen und letztere oft schon nach einigen Tagen unbrauchbar wurden und daß man bedeutende Mengen von Brennmaterial consumirte. Es ist deshalb aufgegeben und durch nachstehendes Verfahren ersetzt worden. Der hierzu erforderliche Apparat ist von Fayes aus Limour construirt und Gazogène genannt worden. Fig. 99 zeigt ihn

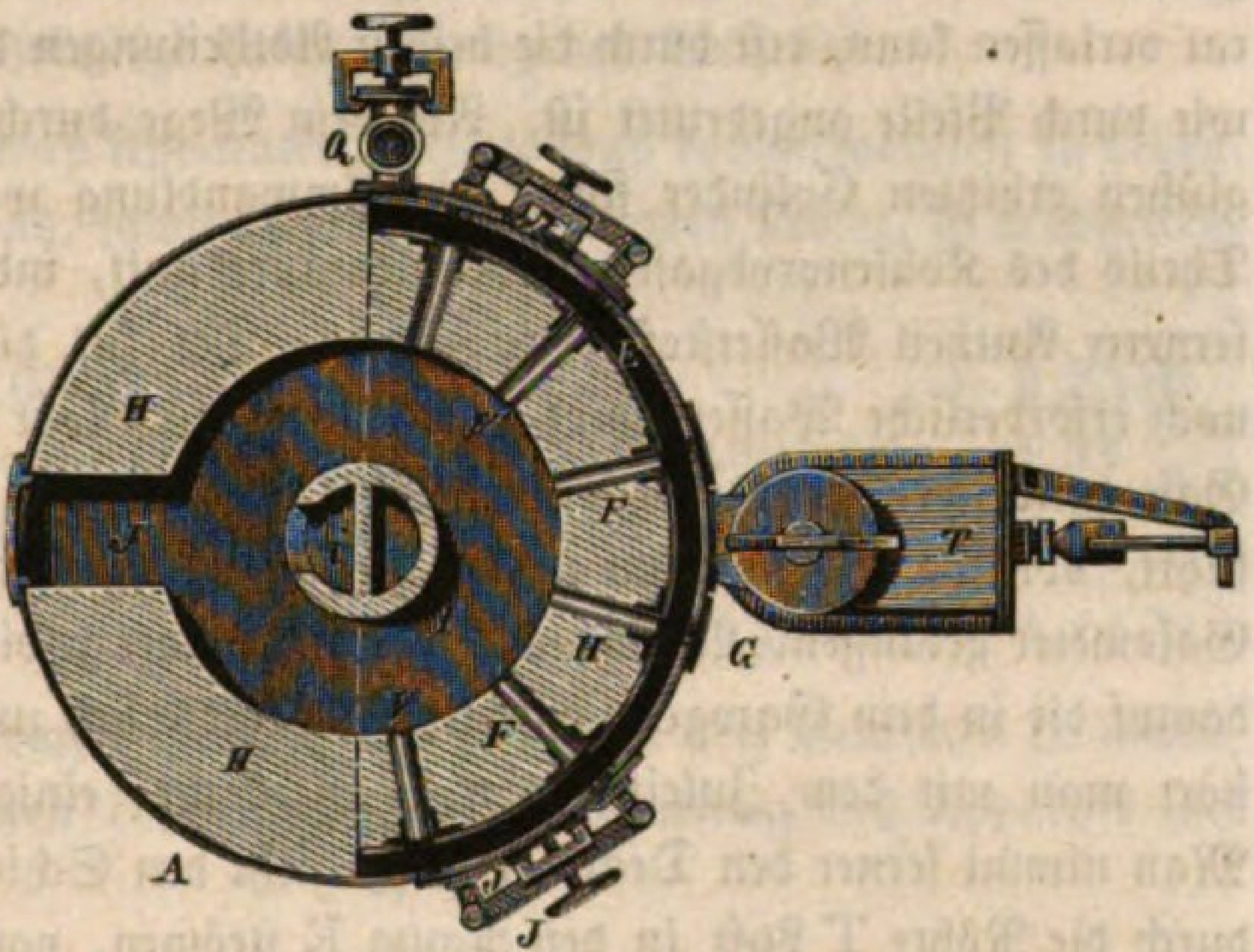
Fig. 99.



im Verticaldurchschnitt und Fig. 100 im Horizontaldurchschnitt. A ist ein Mantel aus Eisenblech von 3 Millimeter Dicke, B der Boden, C die Decke desselben, letztere aus Blech von 4 Millimeter Dicke. D ist eine zweite Be-

kleidung von Eisenblech von 2 Millimeter Dicke, innerhalb der ersteren in solcher Art angebracht, daß zwischen A und D ein ringförmiger hohler Raum E entsteht. Die innere Wand D dieses Raumes hat runde Oeffnungen, in denen kurze Blechröhren F befestigt sind, welche den äußeren Enden der Kanäle V als Futter dienen. In der Verlängerung dieser Kanäle befinden sich in der äußeren Wand A viereckige Löcher von 1 Decimeter Weite, welche gewöhnlich durch starke Eisenplatten, die mit Lehm oder Thon lutirt sind und durch einen Bügel mit Schraube angedrückt werden, verschlossen sind und nur beim Reinigen der Kanäle geöffnet werden. Die Wand des Apparates innerhalb der Blechbekleidung besteht aus einer dicken Masse feuerfester Steine, welche die Wärme zurückhält. In der Mitte ist ein Cylinder J aus feuerfestem Thon angebracht, welcher durch eine vertikale Scheidewand und in zwei Abtheilungen getheilt ist; dieser Cylinder besteht aus mehreren Stücken von 3 Decimeter Höhe. Der untere Theil des Ofens ist mit einem Rost aus beweglichen Stäben versehen, um die Kohle in einer Höhe von 2 Decimeter über dem Boden zu erhalten, und hat nach außen drei Oeffnungen oder Thüren J für die Reinigung. S ist ein Boden, auf welchem der Vorrath von Kohlen oder Koks liegt; von hieraus werden dieselben bei K in den Apparat eingeschüttet. Bei K ist eine 4 Decim. hohe und 3 Decim. breite Oeffnung, welche nach dem Einschütten der Kohle oder Koks durch einen gußeisernen Deckel verschlossen wird. Dieser Deckel, welcher, ebenso wie die übrigen Verschlußplatten, mit einem Handgriff L versehen ist, wird mit Lehm lutirt und durch einen Bügel mit Schraube angedrückt. Dieselbe Art des Verschlusses findet bei den beiden Oeffnungen M statt, welche nur bei der Reinigung im Innern des Apparates benutzt werden.

Fig. 100.



Der Betrieb des Apparates findet in folgender Art statt: Nachdem er mit Koks gefüllt und die Koks in Brand gesetzt sind, so daß sie durch und

durchglühen, die Oeffnung K auch wieder geschlossen ist, läßt man durch das Rohr N Wasserdampf von 2 Atmosphären einströmen; dieser geht durch die glühenden Koks, wird dabei zersetzt und liefert Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas und Kohlensäure. Das Gemenge dieser Gase muß, bevor es den Apparat verlassen kann, erst durch die beiden Abtheilungen des Cylinders I gehen, wie durch Pfeile angedeutet ist. Auf dem Wege durch diesen bis zum Rothglühen erhitzten Cylinder findet die Umwandlung wenigstens des größten Theils des Kohlenoxydgases in Kohlensäure statt, indem dabei zugleich ein fernerer Antheil Wasserstoff erzeugt wird. Der für diese Umwandlung etwa noch erforderliche Wasserdampf wird durch ein Rohr P herbeigeführt. Die Gase entweichen zuletzt durch eine Röhre Q, welche sie zu einem Kühlapparat führt, von wo aus sie dann zu den Reinigungsapparaten und endlich in die Gasometer gelangen. Wenn nach Zersetzung einer gewissen Quantität Wasserdampf die in dem Gazogène enthaltenen Kokes sich zu sehr abgekühlt haben, hört man mit dem Zuleiten von Wasserdampf einige Minuten lang auf. Man nimmt ferner den Deckel K weg, zieht den Schieber R zurück und läßt durch die Röhre T Luft in den Raum E strömen, von wo aus sie durch die Kanäle V zwischen die Koks gelangt. Die Luft entströmt dem unterirdischen Kanal R¹ und wird durch einen Ventilator von 7 Decim. Durchmesser und 3 Decim. Breite herbeigeführt. Dieser Ventilator wird direct durch eine kleine Dampfmaschine von 2 Pferdestärken und großer Geschwindigkeit getrieben; diese Maschine erhält ihren Dampf aus demselben Kessel, welcher dem Gazogène den erforderlichen Dampf liefert. Die Luft, welche durch 36 Kanäle V (von 5 Centim. Durchmesser und schwach geneigt) zwischen die Koks dringt, bewirkt rasch die Wiederentzündung derselben. Wenn dieselbe erreicht und die Hitze der Koks wieder genügend gesteigert ist, schließt man die Klappe R wieder, bringt den Deckel K wieder an und beginnt wieder mit dem Einleiten von Wasserdampf durch die Röhre N. Die Operation besteht also in einem fortwährenden Wechsel von Gaserzeugung und von Wiedererhitzung der Koks. Die Gaserzeugung findet immer etwa 20 Minuten lang statt, die darauf folgende Wiedererhitzung dauert jedes Mal 4 bis 5 Minuten lang, wovon blos zwei auf die Wirksamkeit des Gebläses zu rechnen sind, indem der übrige Theil dieser Zeit zum Oeffnen und Schließen der Deckel, Hähne 2c. erforderlich ist.

Der beschriebene Apparat producirt regelmäßig 40 bis 50 Cubikmeter Gas pro Stunde, je nachdem man das Wiedererhitzen der Koks mehr oder weniger oft ausführt. Seine Bedienung ist außerordentlich leicht und für die Arbeiter weit bequemer als der Betrieb mit Retorten. Man braucht blos einmal täglich einige von den Kanälen V zu reinigen, was in einigen Minuten

zu bewerkstelligen ist, und nur alle 10 Tage eine gründliche Reinigung vornehmen, welche darin besteht, daß man den Gazogène vollständig entleert und einige der Wand anhängende, aber sich leicht ablösende Schlacken beseitigt. Diese Arbeit ist durch die unteren Thüren leicht auszuführen und veranlaßt nur eine höchstens zweistündige Unterbrechung des Betriebes.

Das mit Hülfe dieses Apparates erzeugte Gas kommt wohlfeil zu stehen. Um 100 Cubikmeter Gas, sowie es zu den Gasometern strömt, zu produciren, sind erforderlich:

75 Kilogr.	Koks à 0,03 Fr.	= 2,25 Fr.
55 „	Steinkohle für die Dampferzeugung à 0,025 Fr.	= 1,37 „
82 „	Kalk zur Reinigung à 0,01 Fr.	= 0,82 „
	zusammen	4,44 Fr.

Der Cubikmeter Gas kommt hiernach auf höchstens $4^1/_2$ Centimes zu stehen, abgesehen von den Kosten der Anlage und Unterhaltung des Apparats und dem Arbeitslohn.

Die Zusammensetzung des Gases ist folgende:

Wasserdämpfe	1,02
Kohlensäure	0,50
Kohlenoxyd	3,54
Sumpfgas	0,38
Wasserstoff	94,08
Stickstoff	0,12
Verlust	0,36
	100,00

Die Brenner, die beim Wassergas Anwendung finden, sind Argand'sche Brenner mit 20, 16 oder 12 Löchern; letztere sind in einem Ring von Platin angebracht, sonst haben die Brenner genau die Einrichtung der gewöhnlichen Argandbrenner. Ueber den Kranz des Brenners werden die Dochte aus feinem Platindraht gebracht. Die Dochte kosten je nach ihrer Größe 1—2 Franken das Stück. Ihre Dauer wäre unbegrenzt, wenn das Wasserstoffgas rein wäre, und wenn die Sprödigkeit nicht durch eine Art Krystallisation befördert würde, die auf der Oberfläche der so stark erhitzten Platindrähte vor sich geht. Das unbrauchbar gewordene Platin wird von der Gasfabrik zu 0,6 bis 0,75 Franken das Gramm zurückgenommen.

Die Schönheit der Flamme läßt nichts zu wünschen übrig, da die große Beständigkeit und Unbeweglichkeit des Lichtes diese Art der Beleuchtung zu einer der angenehmsten macht, indem es ja ein zur Weißglut gebrachter fester

Körper ist, welcher das Licht ausstrahlt, aber keine unruhige flackernde Flamme, wie solche das gekohlte Leuchtgas liefert.

§. 148.

Gekohltes Wassergas.

Faraday wies, bei Gelegenheit seiner Untersuchung über das Oel, welches beim Comprimiren des aus Oel dargestellten Leuchtgases sich bildet, nach, daß wenn Grubengas, das an sich wenig leuchtet, mit diesem Oel in Berührung kommt, dasselbe mit stark leuchtender Flamme brennt. Lowe griff diese Beobachtung auf und machte bereits 1832 den Vorschlag, gewöhnliches Kohlengas zur Vermehrung seiner Leuchtkraft mit Dämpfen von Theeröl oder von Petroleum (!) zu imprägniren; zu gleicher Zeit lehrte er mit Hilfe von Wasserdämpfen und Koks ein Gemenge von Kohlenoxyd und Wasserstoffgas zu erzeugen, welches durch die Dämpfe der genannten Kohlenwasserstoffe in Leuchtgas übergeführt wurde. Später hat Jobard in Brüssel, Redacteur des *Courrier belge*, diesen Gegenstand wieder aufgenommen und bei Gelegenheit der Pariser Industrieausstellung des Jahres 1839, zu deren Besichtigung er von dem belgischen Gouvernement nach Paris geschickt worden war, das Resultat seiner Versuche dem französischen Ingenieur Selligue mitgetheilt, welcher durch frühere Versuche (seit 1833) über den nämlichen Gegenstand gründlich vorbereitet, die Sache mit Eifer aufgriff und zuerst das gekohlte Wassergas zur Beleuchtung im Großen verwendete.[1]) Zum Kohlen des Wassergases wendete Selligue Schieferöl an, welches durch trockene Destillation aus bituminösem Mergelschiefer auf dieselbe Weise gewonnen wird, nach der man heutzutage noch zu Reutlingen und anderen Orten das Schieferöl gewinnt. Zu dem Gasapparate von Selligue gehört eine Batterie von drei Retorten, welche beständig im Rothglühen erhalten werden. Zwei dieser Retorten sind mit Kohle angefüllt. Ein Wasserdampfstrom tritt in die erste Retorte ein und bildet hier Kohlenoxyd und Wasserstoffgas; in der zweiten Retorte wird die Zersetzung vervollständigt und die vorher entstandene Kohlensäure zu Kohlenoxyd reducirt (ganz entgegengesetzt dem heutzutage bei der Bereitung des Wassergases üblichem Verfahren, nach welchem man das Kohlenoxyd möglichst vollständig zu Kohlensäure zu oxydiren sucht).

---

[1]) Es ist hier der Ort hervorzuheben, daß Selligue bei seinen Versuchen über die Herstellung von gekohltem Wassergas unabhängig von Reichenbach im Jahre 1839 schon das Paraffin entdeckt hat und Kerzen daraus dargestellt (er nannte sein Material Mineralwachs) auf der Pariser Industrieausstellung des Jahres 1839 producirte.

Das glühende Gemenge von Kohlenoxyd und Wasserstoff tritt in die letzte Retorte, wo es das in Zersetzung begriffene Schieferöl trifft; diese Retorte enthält bis zu $^2/_3$ ihrer Höhe eine eiserne Kette, um die Heizfläche zu vermehren. Ein continuirlicher Strom von Schieferöl (auf 10,000 Liter Gas rechnet man 5 Kilogr. Oel) rinnt von oben in die Retorte herab, wo es sofort zersetzt und mit dem Gemenge von Kohlenoxyd und Wasserstoff in Wechselwirkung gebracht wird. Ein Gasofen mit sechs Retorten (zusammen von 6 Cubikmeter Capacität) giebt nach Selligue in 24 Stunden 24,000 bis 28,000 Hektoliter Leuchtgas, wobei consumirt werden 1231 Kilogr. Schieferöl nebst 400 Kilogr. Holzkohle als Gasmaterial und 16 Hektoliter Steinkohle zum Heizen.

Aus dem Selligue'schen Verfahren sind die folgenden Methoden hervorgegangen:

1) Der White'sche Prozeß oder der Hydrocarbonprozeß, nach welchem aus Wasserdämpfen und Kohle dargestelltes Wassergas mit einem Antheil unzersetzten Wasserdampfes gemischt, durch eine Retorte geht, in welcher man nach dem früheren Verfahren Harz, nach dem neueren Cannel- und Bogheadkohle der trocknen Destillation unterwirft;

2) Das Verfahren von Leprince, welches das *Gaz mixte de Leprince* liefert, ist im Wesentlichen nichts weiter als der verbesserte White'sche Prozeß. Die Zersetzungsproducte von Wasserdämpfen und Koks gehen mit Wasserdämpfen gemischt bei der geeigneten Temperatur (in der nämlichen Retorte) über Steinkohle;

3) Das Verfahren von Isoard, nach welchem überhitzte Wasserdämpfe mit Steinkohlentheer zusammengebracht werden.

4) Nach der Methode von Baldamus und Grüne, 1862 von Schaeffer und Walcker beschrieben, werden der Wasserdampf und der flüssige Kohlenwasserstoff zu gleicher Zeit in dem nämlichen Raume zersetzt;

5) Das Verfahren von Kirkham u. A., nach welchem Wassergas (auf gewöhnliche Weise durch Zersetzen von Wasserdampf durch glühende Kohle in einem von ihm construirten Apparate dargestellt) einfach durch Imprägniren mit Dämpfen flüssiger Kohlenwasserstoffe (Benzol, Photogen, Petroleum, Naphta) leuchtend wird;

6) als Anhang zum Wassergas sei das von Longbottom vorgeschlagene carbonisirte Luftgas, aus atmosphärischer Luft mit Dämpfen von Benzol oder Petroleumnaphta (nach Wiederhold) imprägnirt bestehend, erwähnt.

§. 149.

1) Der Hydrocarbonproceß von White. Der Vorschlag von Selligue, das Wassergas mit den Dämpfen leichtflüssiger Kohlenwasserstoffe (wie des Schieferöles) zu imprägniren, um ihm die Eigenschaft zu ertheilen mit leuchtender Flamme zu verbrennen, gegen welchen sich der gegründete Einwand machen ließ, daß bei der niedrigen Temperatur der Wintermonate nicht die nöthige Menge von Dämpfen aufgenommen werden würde, wurde von dem Engländer White dahin abgeändert, daß er das Wassergas mit unzersetztem Wasserdampf gemischt, durch eine Retorte streichen ließ, in welcher er Cannel- oder Bogheadkohle, oder Harz bei starker Glühhitze der trocknen Destillation unterwarf. Das White'sche Verfahren oder der sogenannte Hydrocarbonprozeß fand im Anfange wenig Anklang, später aber, als von Frankland auf dem Gaswerke von Clarke u. Co., Ancoats, Manchester, angestellte Versuche ein günstiges Resultat geliefert haben, wurde das Verfahren bekannter, ohne daß jedoch dessen Einführung in die Praxis gelungen wäre.

Der von Frankland zu den Versuchen mit Steinkohle angewendete Apparat bestand aus zwei horizontalen Retorten von ⌓förmigem Durchschnitte und aus zwei vertikalen Retorten in Form eines L. Die D-Retorten dienten zum Zersetzen der Steinkohle, während die L-Retorten zum Zweck der Wassergaserzeugung mit Holzkohlen gefüllt wurden. Das zu zersetzende Wasser gelangte durch einen Heber aus einem Reservoir in die L-Retorten, durchstrich dampfförmig die glühenden Kohlen und wurde hier in Wasserstoff, Kohlenoxyd und Kohlensäure verwandelt, welche hierauf nebst noch unzersetztem Wasserdampf in die D-Retorten traten, sich hier mit den flüchtigen Producten der Destillation der Steinkohlen mischten und dann auf gewöhnliche Art gereinigt und gewaschen wurden. Die Reinigungs- und Waschapparate waren bedeutend kleiner als sie bei Bereitung gewöhnlichen Steinkohlengases hätten sein müssen.

In dem Apparate von Clegg befanden sich drei elliptische Retorten in solcher Lage, daß sich die große Achse der Ellipse in vertikaler Richtung befand. Jede Retorte war durch eine horizontale, nicht ganz bis zur Rückwand reichende Zwischenwand in eine obere und eine untere Kammer getheilt, und alle drei Retorten lagen parallel neben einander. In der mittleren Retorte wurde das Wassergas erzeugt, während die beiden anderen zur Zersetzung der Cannelkohle dienten. Um den zur Gaserzeugung nöthigen Wasserdampf zu bilden, befand sich in der oberen Abtheilung der mittleren Retorte ein weites Rohr, in welches durch einen Trichter das Wasser in einem feinen Strahl einfloß,

um hier, sofort in Dampf verwandelt, durch eine Art Brause in den Retortenraum auszuströmen. Die Retorte wurde mit Holzkohle gefüllt; der Wasserdampf durchströmte zuerst die obere, sodann die untere Abtheilung, um hier zum Theil zersetzt zu werden. Das Gemenge von Wassergas und Wasserdampf strömte hierauf durch eine Röhrenleitung in die unteren Abtheilungen der mit Cannel- oder Bogheadkohle gefüllten Retorten, passirte auch hier beide Abtheilungen und ging zuletzt, nachdem es sich mit den Gasen und Dämpfen aus der Steinkohle gemischt, in das Hauptrohr.

Die von Frankland ausgeführten Analysen des so dargestellten Gases zeigen, daß in dem Gase gegen 15 Proc. Kohlenoxyd, aber keine Kohlensäure sich findet, der Gehalt an Wasserstoffgas dagegen bis zu 45 Proc. beträgt. Diese Zunahme des Wasserstoffgehaltes ohne äquivalente Vermehrung des Kohlenoxydgehaltes kann nur aus der Einwirkung von Wasserdampf auf das Sumpfgas der mit Cannelkohle gefüllten Retorte erklärt werden, vielleicht nach folgender Gleichung:

$$\left.\begin{array}{l}\text{Sumpfgas } C_2\,H_4\\ \text{Wasserdämpfe } H_2\,O_2\end{array}\right\}\text{ geben }\left\{\begin{array}{l}\text{Kohlenoxyd } C_2\,O_2\\ \text{Wasserstoffgas } 6\,H\end{array}\right.$$

Bei Frankland's Versuchen wird durchweg schottische Cannelkohle und Bogheadkohle angewendet, was bei der Beurtheilung der Ergebnisse der Versuche wohl ins Auge zu fassen ist, da gewöhnliche, namentlich magere Steinkohle sicher ein minder günstiges Resultat geliefert haben würde.

Die Zusammensetzung der erhaltenen Gase — mit und ohne Wassergas — war folgende:

a) Gas aus Cannelkohle von Wigan (Ince Hall)

	ohne Wassergas	mit Wassergas
Schwere Kohlenwasserstoffe	10,81	10,53
Grubengas	41,99	27,20
Wasserstoff	35,94	47,39
Kohlenoxyd	10,07	14,86
Kohlensäure	1,19	—
Sauerstoff und Stickstoff	Spur	Spur
	100,00	100,00

b) Gas aus Boghead-Kohle

	ohne Wassergas	mit Wassergas
Schwere Kohlenwasserstoffe	24,50	14,12
Grubengas	58,38	22,25
Wasserstoff	10,54	45,51
Kohlenoxyd	6,58	14,34
Kohlensäure	—	3,78
Sauerstoff und Stickstoff	—	—
	100,00	100,00

c) Gas aus Lesmahago-Cannelkohle:

	ohne Wassergas	mit Wassergas
Schwere Kohlenwasserstoffe	16,31	10,89
Grubengas	42,01	18,94
Wasserstoff	26,84	55,09
Kohlenoxyd	14,18	15,02
Kohlensäure	0,66	0,06
Sauerstoff und Stickstoff	—	—
	100,00	100,00

d) Gas aus Methyl-Cannelkohle:

	ohne Wassergas	mit Wassergas
Schwere Kohlenwasserstoffe	14,48	11,06
Grubengas	38,75	22,89
Wasserstoff	33,32	45,58
Kohlenoxyd	13,40	20,44
Kohlensäure	0,05	0,03
Sauerstoff und Stickstoff	Spur	Spur
	100,00	100,00

e) Gas aus Newcastle-Kohle (Ramsays):

	ohne Wassergas	mit Wassergas
Schwere Kohlenwasserstoffe	9,68	9,04
Grubengas	41,38	26,84
Wasserstoff	33,30	44,26
Kohlenoxyd	15,64	19,39
Kohlensäure	—	0,47
Sauerstoff und Stickstoff	—	—
	100,00	100,00

Ueber die Menge des erzeugten Gases und über dessen Qualität macht Frankland folgende Mittheilungen:

	Gewinn an Gasquantum in Procenten ausgedrückt	Gewinn an Leuchtvermögen in Procenten ausgedrückt
Wigan-Kohle	47,9	33,9
Boghead-Kohle	188,2	88,4
Lesmahago-Kohle	174,8	82,8
Methylkohle	176,2	108,2
Newcastle-Kohle	45,8	11,2

Die Ergebnisse der mit Harz-Wassergas angestellten Versuche sind unter „Harzgas" angeführt.

Die Vortheile des White'schen Hydrocarbonprocesses liegen nicht nur darin, wie oben bereits angedeutet, daß bei dem White'schen Gase der Gehalt an Wasserstoff weit größer, an Kohlenoxyd etwas und an Grubengas sehr beträchtlich geringer ist, als bei dem gewöhnlichen Steinkohlengase, sondern sie sind auch und zwar wesentlich in der mechanischen Wirkung der Wasserzersetzungsproducte zu suchen. Beim Durchströmen durch die mit Cannelkohle (oder mit Harz) beschickte Retorte führen sie die entstandenen leuchtenden Kohlenwasserstoffe rasch aus dem Bereich der Rothglühhitze, worin diese sonst zum Theil unter reichlichem Kohlenabsatz zerlegt würden und bieten den derartigen Producten im Theer überhaupt reichlich Gelegenheit, zu diffundiren und sich so den leuchtenden Bestandtheilen bleibend beizugesellen. Die Frankland'schen Versuche haben folgende Vortheile des Hydrocarbonverfahrens ergeben:

a) Der Proceß läßt sich in jeder Gasanstalt ohne besondere Umstände und Kosten einführen;

b) die Gasausbeute nimmt um 46 bis 290 Proc. zu;

c) die Leuchtkraft wird um 14 bis 108 Proc. vermehrt;

d) die Ausbeute an Theer wird vermindert, da ein guter Theil desselben vergast wird;

e) die Hitze und Kohlensäurebildung der Gasflammen wird vermindert, weil das Gas mehr Wasserstoff und weniger Kohlenstoff enthält.

§. 150.

2) Das Verfahren der Bereitung von Wassergas nach Leprince ist nichts weiter als eine Abänderung des White'schen Processes die darin besteht, daß Retorten, mit drei horizontalen Scheidewänden, mithin in drei Abtheilungen gebracht, angewendet werden, in welchen die beiden Phasen des Processes, die theilweise Wasserzersetzung durch Koks oder Holzkohle und die Carburirung des Gases durch die flüchtigen Zersetzungsproducte der Steinkohle (Backkohle) vor sich gehen. Das *Gas mixte Leprince* hat schon seine Verwendung gefunden wie z. B. in der Simonis'schen Tuchfabrik zu Verviers, auf den Zinkhütten zu Vieille-Montagne in Belgien, namentlich auch zur Beleuchtung der Stadt Mastricht und einigen Localitäten in Lüttich.

Verver fand bei der Analyse des zu Vieille-Montagne dargestellten Gases:

Schwere Kohlenwasserstoffe	9,023
Grubengas	58,410
Wasserstoff	25,250
Kohlenoxyd	6,303
Kohlensäure	0,307
Stickstoff	Spuren
Verlust	0,707
	100,000

Das spec. Gewicht des Gases war 0,541. Bei einem Consum von 240 Liter pro Stunde und 0,014 Millimeter Wasserdruck gaben Argand-Brenner mit 40 Löchern eine Leuchtkraft von 12 Wachskerzen (6er).

3) Das Verfahren von Isoard sei hier nur beiläufig erwähnt; es besteht im Wesentlichen darin, daß die Zersetzung des überhitzten Wasserdampfes nicht durch Kohle, wie bei dem Verfahren von Selligue, White und Leprince, sondern durch Kohlentheer erfolgt. Das nach dieser Methode dargestellte Gas soll nach einer Analyse von Monier bestehen aus

Schwerem Kohlenwasserstoff	17,8
Grubengas	71,9
Kohlenoxyd	3,0
Kohlensäure	5,8
Wasserstoff	1,8
	100,3

Diese Analyse ist auf jeden Fall nicht richtig, der Wasserstoffgehalt ist offenbar viel zu gering [1]).

4) Nach der Methode von Baldamus und Grüne, welche 1862 mit großer Zuversicht durch die Inhaber des Patentes Schaefer und Walcker in Berlin anempfohlen wurde, geht die Zersetzung des Wasserdampfes und der Kohlenwasserstoffe zu gleicher Zeit und in dem nämlichen Raume vor sich, so daß der in dem Wasserdampf enthaltene Wasserstoff nicht im freien Zustande, sondern in Verbindung mit Kohlenstoff als leuchtender Kohlenwasserstoff sich entwickelt. Das Material (Braunkohle, Torf, Schieferkohle) wird bei der Gasbereitung völlig ausgenutzt, ohne Nebenproducte zu erzeugen, indem diese Materialien direct vergast und die Gase mit den Theerproducten gleichzeitig mit dem Wasserstoffgas des Wassers in Hydrocarbongas, wie die Patentträger ihr Gas nennen, übergeführt werden. Die

---

nserer Quelle (Moigno, Cosmos, 1860, 9 Mars) fehlt der Wasserstoff
eht dafür 1,8 Oxygène libre; höchst wahrscheinlich ist dies ein Druck- oder
er.

Urheber des Verfahrens geben folgende Theorie desselben, die nicht immer mit den durch die Untersuchungen bewährter Forscher wie Frankland, Verver u. A. zu Tage geförderten Thatsachen im Einklange steht. Das Gasmaterial (Theer, Harz, Erdöl), entbindet in der hohen Temperatur zunächst das als Leuchtgas bekannte Gasgemisch, wie bei der gewöhnlichen trocknen Destillation unter Abscheidung des stets im Ueberschusse darin enthaltenen Kohlenstoffes; mit einem Theil des letzteren zersetzt sich der Wasserdampf, Kohlenoxyd (nebst wenig Kohlensäure) und Wasserstoff liefernd, während der andere Theil des Kohlenstoffes sich mit diesem frei werdenden Wasserstoff zu Grubengas vereinigt; dieses, so wie das durch Zersetzen des Gasmateriales als Leuchtgas abgeschiedene Gasgemisch sättigen sich mit den Dämpfen der noch unzersetzt gebliebenen flüssigen Kohlenwasserstoffe zu permanentem Leuchtgas.

Die Darstellung des Gases ist nach der Angabe der Patentträger eine einfache und leichte; die Retorten werden nicht geöffnet, um entleert oder gefüllt zu werden, sondern die Entwickelung geht ununterbrochen fort; das Gas hält sich in dem Gasometer und in den Röhren wochenlang in jeder Temperatur, ohne an Leuchtkraft zu verlieren; die Leuchtkraft des Gases ist größer als die des Kohlengases (trotzdem, daß der Verbrauch nur $^2/_3$ so stark ist, sagen die Patentträger, obgleich sie Zahlenangaben zur Begründung ihrer Behauptung nicht beifügen). Die Herstellungskosten stellen sich billiger als die des Steinkohlengases. Eine Retorte in der Größe der bis jetzt üblichen Gasretorten von $8^1/_2$ Fuß Länge liefert in 24 Stunden 8000 bis 9000 Cubikfuß Gas.

Von den Erfolgen dieses Verfahrens kann noch nichts berichtet werden.

§. 151.

5) Das Verfahren von Kirkham u. A. besteht darin, daß Wassergas einfach durch Imprägniren mit Dämpfen flüssiger Kohlenwasserstoffe (Benzol, Photogen, Petroleum, Naphta) in Leuchtgas übergeführt wird. Letzteres geschieht entweder dort, wo das Gas dargestellt wird, oder zweckmäßiger am Consumtionsorte unmittelbar dort, wo es in die Brennerleitung strömt.

Kirkham stellt das Wassergas in einem vielfach angewendeten Apparat dar, welcher Fig. 101 im Längendurchschnitt, Fig. 102 im Horizontaldurchschnitt und Fig. 103 im Querdurchschnitt dargestellt ist. A ist ein [...] aus feuerfestem Material und mit einer eisernen Armatur versehen. [...] oberen Theile befindet sich der Röhrenkessel B, an welchem die Bekle[...]

des Ofens (aus Eisenblech bestehend) angenietet ist. Den unteren Theil des Ofens bildet ein durchbrochenes Gewölbe, welches als Rost dient. Oben sind an jeder Seite des Ofens zwei schräge Röhren b angebracht, durch welche man den Ofen mit Kohlen beschickt; diese Röhren lassen sich durch eiserne Deckel, welche inwendig mit feuerfestem Thon überzogen sind, dicht verschließen. Vorn an dem Ofen sind zwei Thüren c und d, durch die man zum Rost und zum Aschenfall gelangen kann. Nachdem das Feuer gut im Brande sich befindet, werden c und d verschlossen und gut lutirt. Dadurch, daß man mit Hülfe eines Gebläses einen erhitzten Luftstrom in den Ofen treibt, wird die Hitze darin bis auf den erforderlichen Grad gesteigert. Der in dem Kessel B entwickelte Dampf speist nicht nur den Ofen in der sogleich

Fig. 101.

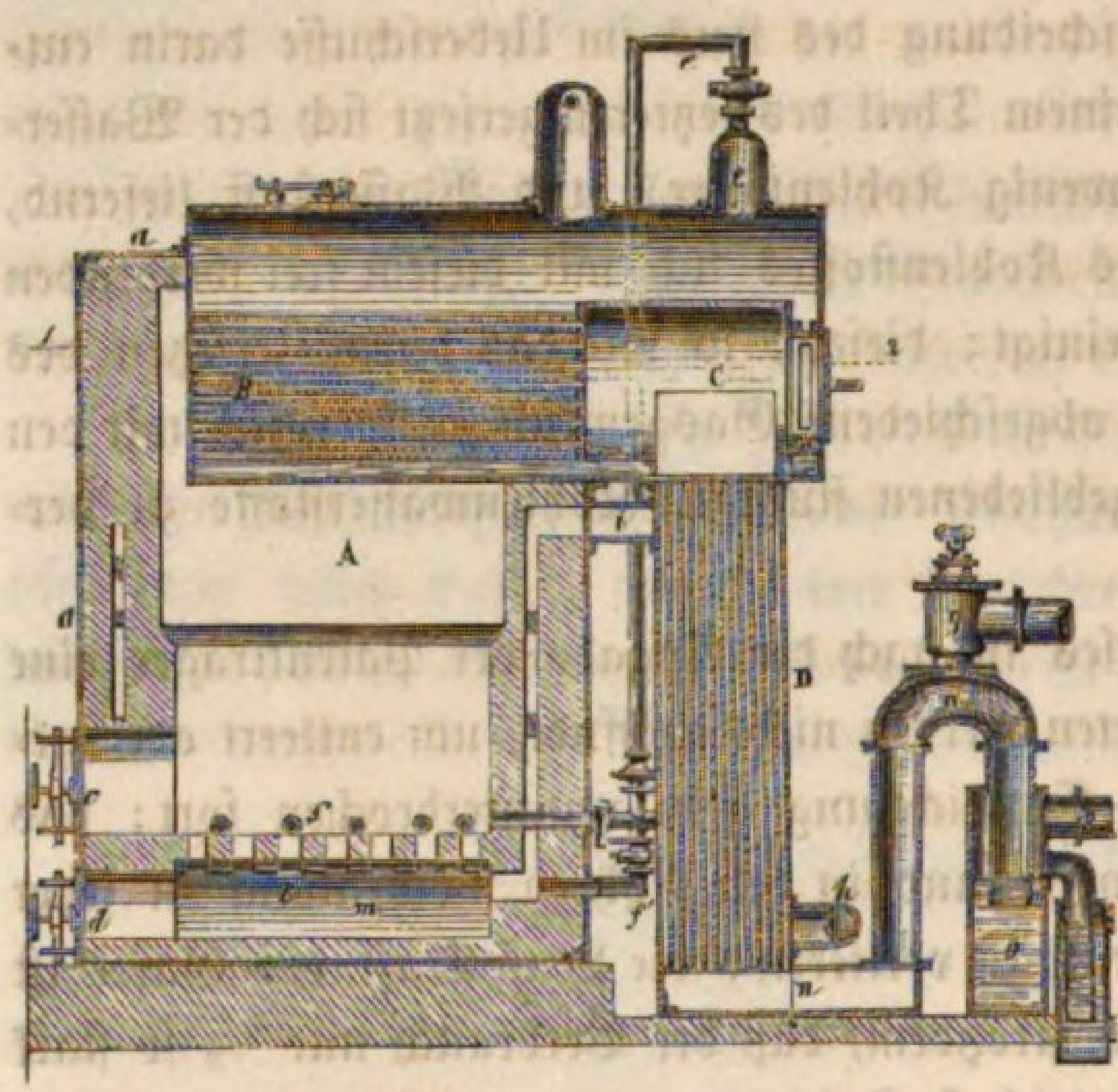


Fig. 103.

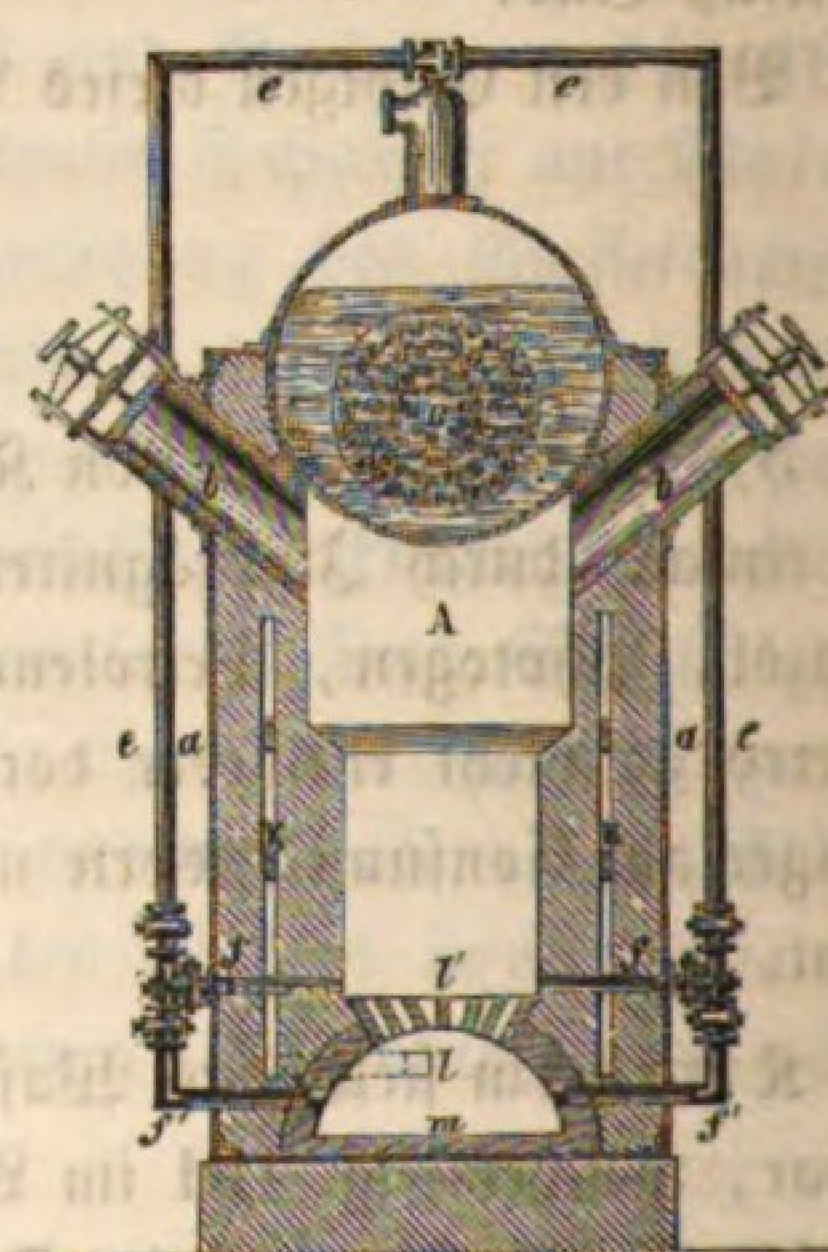
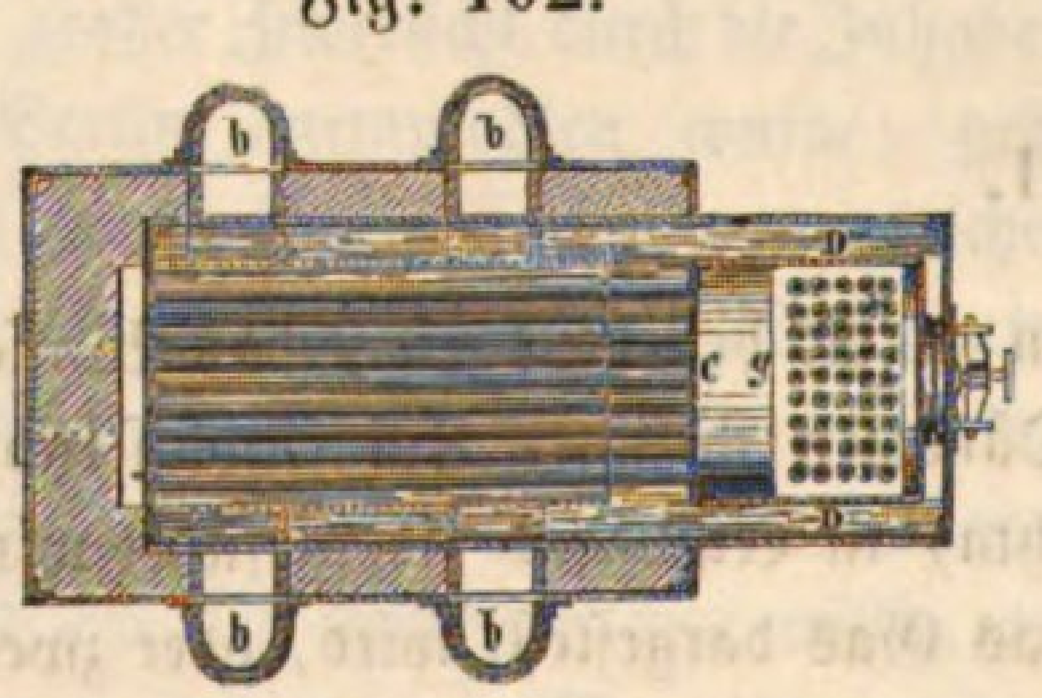


Fig. 102.



anzugebenden Weise mit Dampf, sondern treibt auch die Dampfmaschine der Fabrik. Der Dampf geht in die Röhren e und von dort in eine Reihe von

Röhren f′, welche an beiden Seiten des Ofens in derselben ausmünden. Diese Röhren sind mit Hähnen versehen, durch welche man den Dampfstrom reguliren kann. Der Wasserdampf steigt durch die glühenden Kohlen in die Höhe und zersetzt sich in der bekannten Weise in Wasserstoff, Kohlensäure und Kohlenoxyd. Das so entstandene Wassergas strömt mit den übrigen Gasen durch die Röhren des Kessels hindurch, giebt dabei an diesen einen Theil Wärme ab und geht sodann durch eine Reihe verticaler Röhren g, welche innerhalb des Blechkastens D sich befinden, hinab. In den unteren Theil des Kastens D, welcher oben und unten um die Röhren g herum verschlossen ist, wird durch die Röhre h Luft geleitet. Diese strömt in demselben zwischen den Röhren g aufwärts und wird dabei durch die Wärme, welche das diese Röhren durchströmende Gas noch besitzt, erhitzt. Die so erhitzte Luft entweicht am oberen Ende des Kastens durch die Röhre i, verbreitet sich in den Kanälen k, in denen sie noch stärker erhitzt wird, und tritt endlich durch die Röhren l in den Aschenfall, von wo aus sie durch die Oeffnungen l i des Gewölbes in die Feuerung dringt. Indem auf diese Weise dem Ofen die erforderliche Luft zugeführt wird, bewirkt man nicht nur eine Abkühlung des Gases vor seinem Eintritte in den Gasometer, sondern erreicht auch, daß die Hitze im Ofen trotz des Eintretens von Wasserdampf sich nur wenig verringert, die Kohle also fortwährend heiß genug bleibt, um die Wasserzerlegung bewirken zu können.

Nachdem das in dem Ofen erzeugte Gas durch die Röhren g hindurch gegangen ist, wird es durch die Röhren n nach o geleitet, wo es durch kaltes Wasser geht. Das abgekühlte Gas strömt durch das Rohr p nach dem Kalkreiniger und von da in den Gasometer. Es kann sowohl zur Heizung als zur Beleuchtung verwendet werden; für letzteren Zweck ertheilt man ihm dadurch Leuchtkraft, daß man es durch irgend einen geeigneten flüssigen Kohlenwasserstoff hindurchgehen und dabei mit dem Dampf desselben sich beladen läßt.

Von den vielen Apparaten, die man zum Carbonisiren oder Carburiren des Gases vorgeschlagen hat, ist keiner zu einer nennenswerthen Verbreitung gelangt, trotz den glänzenden Resultaten; die sich anfänglich herauszustellen pflegen. Schwierigkeit in Beschaffung vollkommen geeigneter Materialien, Ungleichmäßigkeit der Wirkung derselben auf die Leuchtkraft und andere Hindernisse sind bis jetzt hemmend entgegengetreten. Dessenungeachtet seien einige dieser Apparate im Folgenden angeführt.

Was die Menge der flüssigen Kohlenwasserstoffe betrifft, die erforderlich sind, um nicht leuchtenden brennbaren Gasen Leuchtkraft zu ertheilen, so sei, um Täuschungen vorzubeugen, bei dieser Gelegenheit bemerkt, daß wenn z. B.

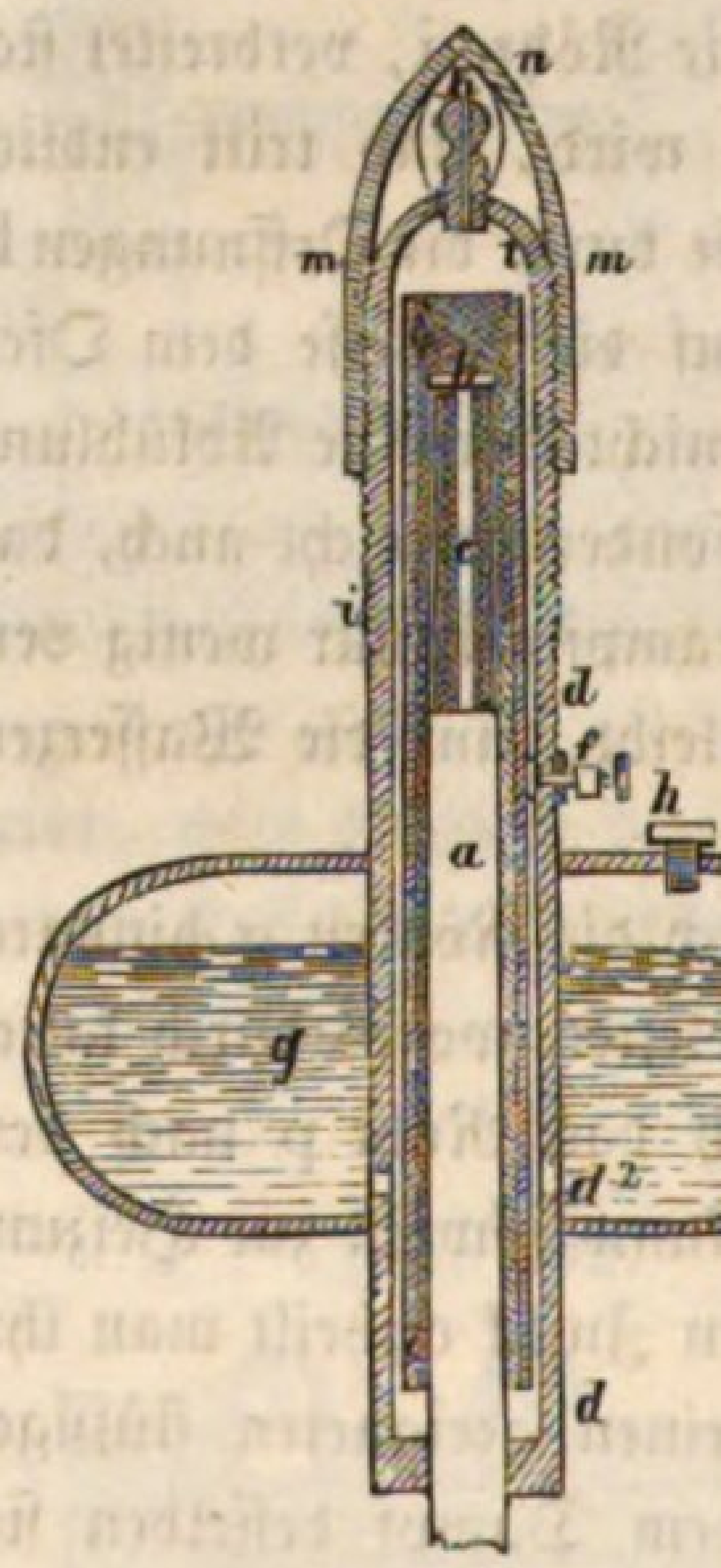
Benzol ($C_{12}H_6$) der flüssige Kohlenwasserstoff wäre, der zum Carbonisiren dienen soll,

$$1000 \text{ Cubikfuß Gas} \left\{ \begin{array}{l} \text{bei } 0^0 \; 2342 \text{ Grm.} \\ \text{bei } 15^0 \; 5694 \; \text{„} \end{array} \right\} \text{Benzol}$$

erfordern, um durch Sättigen mit den Dämpfen des Benzols Leuchtkraft zu erlangen.

Der von Hughes zum Carbonisiren von Wassergas vorgeschlagene Apparat ist Fig. 104 im Durchschnitte dargestellt. Er ist augenscheinlich auf die von Lüdersdorff gegen das Jahr 1845 eingeführte Dampflampe basirt. Aus dem Gasometer strömt das Gas in das Rohr a, welches durch den Draht c mit einem Ring b in Verbindung steht. Die Röhre a ist mit einer zweiten Röhre b umgeben, zwischen beiden aber ist ein freier Raum, welcher einen gewöhnlichen Docht e enthält, welchen man durch den gasdicht schließenden Stift f höher oder niedriger stellen kann. Die beiden Röhren stecken in dem Gefäß g, welches mit Naphta oder mit Benzol durch die Oeffnung h gefüllt wird; durch Oeffnungen d² kommt es mit dem Docht in Berührung, welcher das Oel aufsaugt. Auf der Röhre d wird eine Röhre i befestigt, die oben einen Brenner k trägt. Wird das Gas bei k entzündet, so erhitzt sich die Röhre und das vom Dochte absorbirte Oel verdampft, um sich dem Wassergase beizumengen, welches nun mit leuchtender Flamme brennt. Behufs der stärkeren Verdampfung des Oeles müssen die Röhren i und d noch stärker erhitzt werden, was durch Anbringung eines Bügels m erreicht wird, welcher die Hitze der Flamme n zu den Röhren leitet.

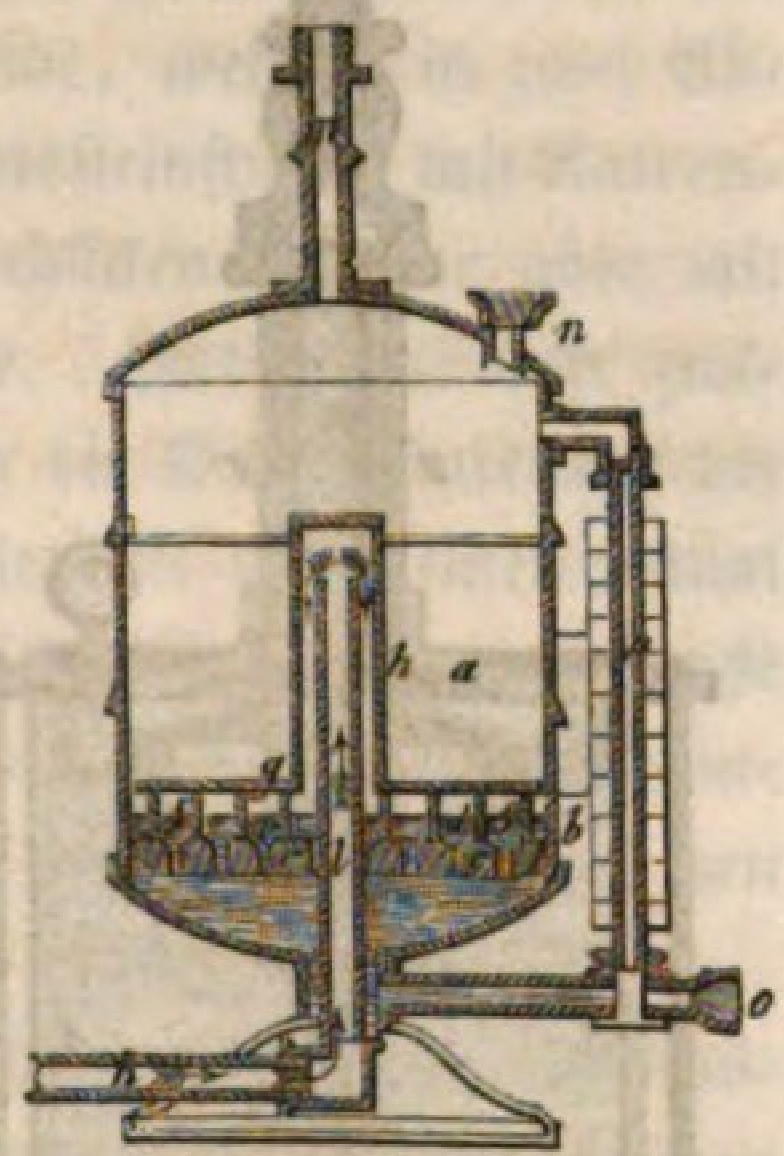
Fig. 104.



Der von Rowland angegebene Apparat zum Carbonisiren des Gases (Fig. 105 im Vertikaldurchschnitte abgebildet), besteht aus einer geschlossenen Blechbüchse a, die bis zur Höhe b mit dem flüchtigen Oele gefüllt ist. c ist ein aus Kork oder einer anderen leichten Substanz angefertigter Schwimmer, der die Gestalt eines spiralförmigen Streifens hat, so daß zwischen demselben ein spiralförmiger Kanal d gebildet wird. Dieser Kanal ist durch einen auf

dem Schwimmer sitzenden spiralförmigen Blechstreifen f erhöht und nach oben durch die Platte g geschlossen. Diese Platte hat in der Mitte eine Oeffnung, auf welcher das Rohr h sitzt, welches mittelst der Führung i seine vertikale Stellung behält. Das Gas strömt durch das Rohr k in den Apparat ein, steigt durch das Rohr l aufwärts, durch h wieder abwärts und durchströmt dann den spiralförmigen Kanal d. Dabei geht es vom Centrum nach der Peripherie über der Flüssigkeit weg, beladet sich mit dem Dampfe derselben, tritt in den Raum a aus und entweicht endlich durch das Rohr m zu den Brennern. Durch n wird die Flüssigkeit in a eingegossen, durch o kann sie abgelassen werden. p ist ein Niveauzeiger. Das Gas veranlaßt durch Reaction eine langsame Drehung des Schwimmers, wodurch die Flüssigkeit bewegt wird, was für die Wirkung günstig zu sein scheint.

Fig. 105.

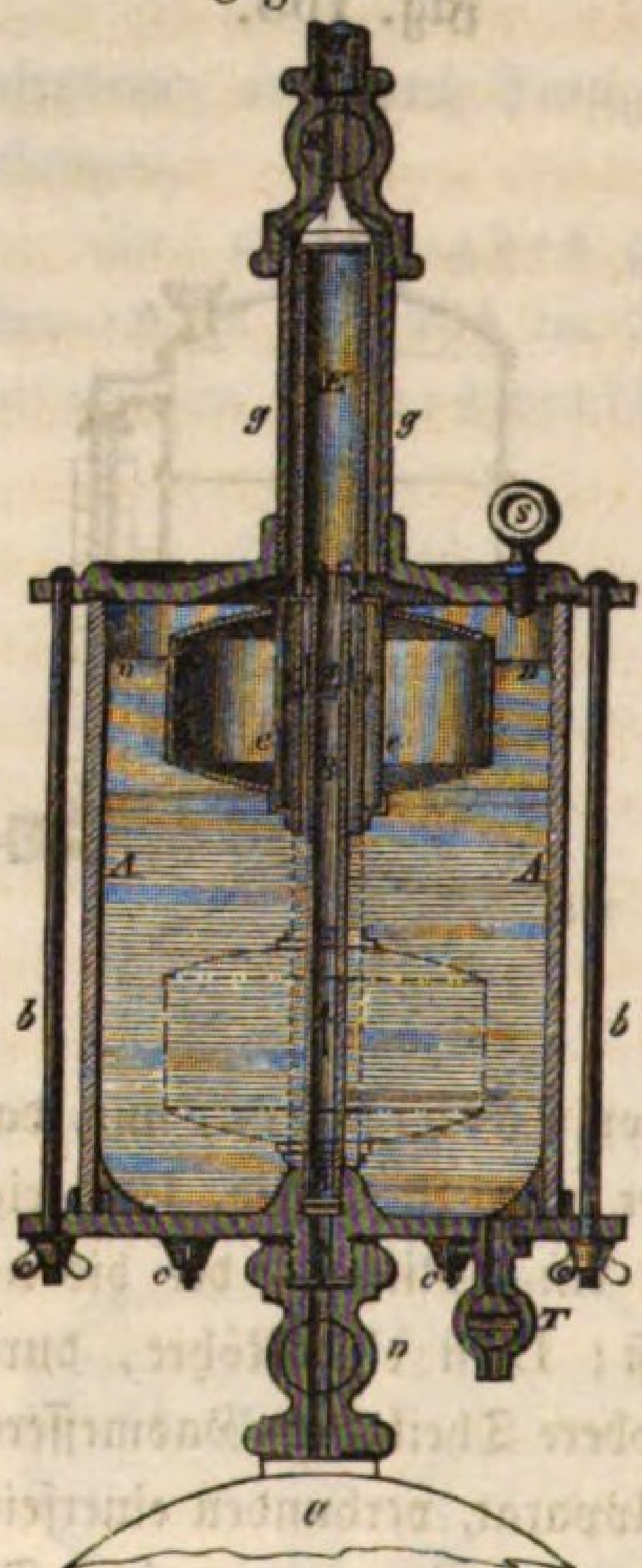


Auf gleichem Princip beruht der Apparat von Lacarrière, nur, daß die Korkscheibe durch einen metallenen Schwimmer ersetzt ist. Fig. 106 zeigt diesen Apparat im Vertikaldurchschnitte. A ist ein Cylinder, der bis n n mit dem flüssigen Kohlenwasserstoffe angefüllt ist; B ist eine Röhre, durch welche das Gas in den Apparat tritt. C der obere Theil des Gasmessers, D der Hahn für den Einlaß des Gases in den Apparat, verbunden einerseits mit dem Gasmesser und andererseits mit dem unteren Boden von A. Die Röhre E umgiebt B und ist weiter als diese; sie ist oben verschlossen und befindet sich mit dem unteren Ende in Oel, in welches sie wegen ihrer Verbindung mit dem Schwimmer F gleich weit eintaucht. Durch den Schwimmer geht eine Röhre E, welche mit dem Schwimmer durch den Cylinder e verbunden ist. Dieser Cylinder umgiebt den unteren Theil der Röhre E und steht einerseits mit dieser Röhre und andererseits mit dem Schwimmer F in fester Verbindung; der untere Boden von e ist, ebenso wie der obere Boden, mit kleinen Löchern versehen. Auf dem Cylinder A ist die Röhre g aufgeschraubt, welche durch den Hahn R mit der Röhre H communicirt, durch welche das Gas zu den Brennern strömt. S Schraubenpfropf zum Verschluß der Oeffnung, durch welche das Oel in den Cylinder A gegossen wird. T Hahn zum Ablassen etwaiger aus dem Oel abgesetzter Unreinigkeiten.

Denkt man sich den Hahn D geschlossen und den Cylinder A bis n n mit dem kohlenstoffreichen Oel gefüllt, so wird dieses auch von unten in die

Röhre E und den Cylinder e eintreten und in beiden bis zum Niveau n n sich erheben. Oeffnet man nun den Hahn D, so strömt das Gas aus dem Gasmesser aufwärts bis zum oberen Ende der Röhre B, geht dann in dem Zwischenraum zwischen B und E wieder abwärts, drückt das Niveau des Oels in diesem Zwischenraum herunter, bis die in der Wand von E bei a ringsum vorhandenen Löcher frei werden, tritt sodann durch diese Löcher in den Zwischenraum von E und e, geht in kleinen Blasen durch das hier befindliche bis zur Linie n n hinauf reichende Oel hindurch, beladet sich dabei mit dem Dampfe desselben und entweicht endlich oben aus diesem Zwischenraum, um sodann durch g, R und H nach den Brennern zu strömen. Indem das Oel in dem Gasstrom verdunstet, sinkt natürlich das Niveau desselben; in demselben Maße sinkt aber auch der Schwimmer F (dessen niedrigste Lage durch punktirte Linien angedeutet ist), so daß die Röhre E immer gleich tief in das Oel eintaucht.

Fig. 106.



Nach Lissajous erfüllt dieser Apparat seinen Zweck vollkommen. Die Imprägnirung des Gases mit dem Oeldampf erfolgt gleich gut, mag der Cylinder A mehr oder weniger mit Oel gefüllt sein; da das Gas in vielen feinen Blasen durch das Oel geht, so zeigen sich bezüglich des Abflusses des Gases aus dem Apparat keine Schwankungen, sondern die Flammen brennen ruhig und gleichmäßig; da ferner die Oelschicht, welche das Gas durchdringen muß, nur 5 Millim. hoch ist, so entsteht keine erhebliche Vermehrung des Druckes.

6) Als Anhang zu den im Vorstehenden beschriebenen Verfahren, Wassergas durch Imprägniren mit Dämpfen flüssiger Kohlenwasserstoffe in Leuchtgas überzuführen, ist hier das Verfahren von John Longbottom (Ingenieur in Leeds) zu erwähnen, atmosphärische Luft, nachdem sie zunächst von Kohlensäure und Wasserdampf befreit worden ist, durch die Dämpfe eines Gemisches aus gleichen Theilen Benzol, Aether und Terpentin- oder Harzöl in Leuchtgas zu verwandeln [1]). Wiederhold (in Cassel)

[1]) Wagner, Jahresbericht 1856. p. 422.

ertheilte der atmosphärischen Luft Leuchtkraft dadurch, daß er sie durch die aus amerikanischem Erdöl destillirte Naphta, für welche er den Namen Erdöläther vorschlägt, leitet.

Der von Longbottom benutzte Apparat besteht im Wesentlichen aus einem Gebläse, welches die zu imprägnirende atmosphärische Luft in einem möglichst gleichmäßigen Strome in einen Kasten treibt, welcher in zwei Abtheilungen getheilt ist; die eine derselben ist mit Bimssteinstücken mit Natronlauge getränkt, die andere ebenfalls mit Bimssteinstücken, welche aber mit concentrirter Schwefelsäure imprägnirt sind, gefüllt. Indem die Luft zwischen diesen Bimssteinstücken hindurchgeht, wird ihr die Kohlensäure und der Wasserdampf entzogen. Aus dem Kasten strömt die Luft durch einen Kanal in einen mit dem oben genannten Gemisch gefüllten Behälter, der große Aehnlichkeit mit der oben beschriebenen Flasche von Lacarrière hat, sammelt sich dann in einem Gasometer und darauf wie gewöhnlich zu den Brennern.

Es haben Versuche, Luft mit Benzoldämpfen zu sättigen, herausgestellt,, daß solche Luft allerdings als Beleuchtungsmittel benutzt werden kann, daß aber zum Brennern weite Brennermündungen und ein langsam strömendes Gas nöthig sind. Aus den gewöhnlichen Brennen mit engen Mündungen erscheint die Flamme klein und von sehr geringem Leuchtvermögen; durch einen schnelleren Gasstrom wird sie aber, in Folge der abkühlenden Wirkung der Luft, alsbald verlöschen.

IV. Das Oel-, Fett- und Harzgas.

§. 152.

Das Oelgas.

Die fetten Oele sind ohne Zweifel diejenigen Materialien, aus denen reinstes und vorzüglichstes Leuchtgas bereitet werden kann. In Folge ihrer Zusammensetzung — Lefort fand für

Rapsöl	die Formel	$C_{20}H_{18}O_4$
Olivenöl	" "	$C_{36}H_{32}O_4$
Mohnöl	" "	$C_{36}H_{32}O_4$
Leinöl	" "	$C_{30}H_{28}O_4$
Hanföl	" "	$C_{22}H_{22}O_4$

— liefern sie bei der trocknen Destillation hauptsächlich Elaylgas, oder was dasselbe ist, ein Gemisch von Wasserstoffgas und Sumpfgas mit den Dämpfen

flüssiger Kohlenwasserstoffe, deren Leuchtkraft der des Elaylgases gleich ist; ferner bilden sich nur geringe Mengen von Kohlensäure und kein Schwefelwasserstoffgas, weshalb das Oelgas keiner Reinigung bedarf, und endlich bleibt bei der Destillation so gut wie kein Rückstand[1]). Da es außerdem eine größere Leuchtkraft besitzt, als das Kohlengas, so ist der Apparat zur Oelgasbereitung weit compendiöser, weil man für gleichen Umfang der Beleuchtung kleinere Gasometer nöthig hat und ferner die so lästige, wie ununterbrochene Ueberwachung erfordernde Kalkreinigung überflüssig ist. Die Gasbereitung ist auch mit weniger unangenehmem Geruche verknüpft und kann daher an jedem Orte vorgenommen werden. Sie eignet sich deshalb vorzugsweise für kleinere Anlagen. Trotz seinen unläugbaren Vorzügen hat dennoch der Kostspieligkeit wegen das Oelgas fast überall dem Kohlengase das Feld geräumt.

Der von Gebrüder Taylor im Jahre 1815 erbaute Oelgasapparat ist einfach ein mit einer Vorlage versehener Retortenofen, von welchem das Gas unmittelbar in den Gasometer geht. Die Retorten werden mit klein geschlagenem Koks von Eigröße oder mit Backsteinstückchen bis an die Wölbung gefüllt und nur an dem vorderen Theile, an welchem das Oel einfließt, läßt man einen leeren Raum, damit die bei der Zersetzung des Oeles sich hier vorzugsweise absetzende Kohle für längere Zeit Platz habe. Ist der Inhalt der Retorte bis auf etwa 600° C. erhitzt, so läßt man das Oel (oder geschmolzene Fett) einströmen und regulirt mit Hülfe eines Hahnes die Zufuhr. Entweder sind zwei Röhren an einem Ende durch ein Sattelrohr mit einander verbunden, so daß die Zersetzungsproducte aus der einen in die andere treten müssen, um aus der letzteren in das Ableitungsrohr zu gelangen, oder jede Retorte hat ihr besonderes Ableitungsrohr. Die Erneuerung der Koks in der Gasretorte findet bei ununterbrochenem Gange etwa im Monate zwei Mal statt, da in dieser Zeit die Zwischenräume mit der abgeschiedenen Kohle ausgefüllt sind, wodurch der Durchgang des Gases erschwert ist.

Bei dem von Gernert im Jahre 1859 construirten Oelgasapparat, durch welchen eine Ersparniß an Gasmaterial und Erleichterung für die Reinigung und Reparatur des Apparates erreicht werden soll, ist der Retorte eine kesselartige Form gegeben worden, welche das Feuer äußerlich und mittelst Heizröhren auch im Innern berührt. Durch die Mitte der Retorte geht der

[1]) Die Zerlegung des Rapsöles bei der trocknen Destillation läßt sich durch folgende Gleichung veranschaulichen:

2 Aeq. Rapsöl = 2 $C_{20}H_{18}O_4$ geben { 9 Aeq. Elaylgas = 9 C_4H_4 / 2 Aeq. Kohlensäure = 2 C_2O_4.

Schornstein in die Höhe. Mehrere Röhren, am besten drei, führen von diesem Schornstein seitwärts durch die Retorte bis durch deren äußere Wandung und bilden eben so viele Züge. Der Deckel der Retorte besteht aus einem besondern Stück und läßt sich mittelst Blei vollkommen dicht aufsetzen. Das Gasmaterial (Oel, Thran, Fett) wird durch Speiseröhren, welche mit hydraulischem Abschluß und Trichter versehen und luftdicht im Deckel befestigt sind, eingebracht. Diese Röhren sind inwendig bis beinahe auf den Boden der Retorte geführt und münden nahe am mittleren Schornsteine aus. Nahe oberhalb der Mündungen befindet sich in der Retorte ein Rost, und auf diesen Rost um den mittleren Schornstein, um die horizontalen Züge und die Speiseröhren herum wird das Material (Koks, Thon, Eisenstücke) gebracht, welches die Zersetzung des Oeles befördern soll. Das in dem unteren Theile der Retorte sich entwickelnde Gemenge von Gasen und Dämpfen muß durch dieses Material hindurchströmen und wird hier vollständig vergast. Von dem oberen Theile der Retorte gelangt das Gas wie gewöhnlich in den Condensator und von dort in den Gasometer. An dem unteren Theil der Retorte sind endlich noch zwei seitliche Röhren angegossen, welche durch das Mauerwerk des Ofens nach außen hinaus reichen, und dort durch Deckel verschlossen sind. Sie dienen zum Reinigen der Retorte.

Das specifische Gewicht des Oelgases beträgt im Mittel 0,76 bis 0,90; es kann aber auch bis 1,1 steigen.

Nach den vorhandenen Angaben giebt 1 Zollpfund Samenöl 22 — 26 Cubikfuß Gas, entsprechend 90 — 96 Proc. vom Gewicht des Oeles.

§. 153.

Das Suintergas, welches man aus den seifehaltigen Waschwässern der Streich- und Kammgarnfabriken, so wie der Seidenentschälung (vergl. Bd. IV. S. 296) gewinnt, schließt sich eng an das Oelgas an. In den Spinnereien von Augsburg und Mühlhausen wird das aus den Waschbottichen abfließende Wasser, welches den Schweiß der Wolle und die gebrauchte Seife enthält[1]) in cubicirte Cisternen geleitet, dort mit Kalkmilch gemischt und 12 Stunden lang der Ruhe überlassen. Es bildet sich ein Bodensatz, der, nachdem die überstehende klare Flüssigkeit entfernt worden, auf Seihetücher aus grober Leinwand gebracht wird. Unreinigkeiten, wie Haare, Sand u. dergl., werden zurückgehalten, während die durchgelaufene

[1]) In Rheims wird das erste Waschwasser, welches keine Seife, sondern nur den Wollschweiß (suintate de potasse) enthält, auf Potasche und auf Gas verarbeitet (vergl. Bd. IV. p. 224).

Masse in Kellerräume gelangt, in welchen sich nach 6—8 Tagen eine teigartige Masse bildet, die mit dem Spaten in prismatische Stücke von der Größe halber Ziegelsteine ausgestochen und auf Horden getrocknet wird. Zur Trocknung sind 2—3 Wochen, oft auch 3 Monate erforderlich. Die trocknen Stücke werden ähnlich wie bei der Gasbereitung der Destillation unterworfen und liefern ein Gas, welches nicht gereinigt zu werden braucht und eine dreifach stärkere Leuchtkraft besitzt, als das aus guter Gassteinkohle gewonnene. Das Waschwasser einer Kammgarnspinnerei von 20,000 Spindeln, wie in den angeführten Orten, liefert, wenn es dem beschriebenen Processe unterworfen wird, circa 500 Kilogr. getrocknete Masse, **Suinter** genannt, täglich; 1 Kilogr. Suinter giebt 210 Liter Gas. Jährlich werden im Durchschnitt 150,000 Kilogr. Suinter gewonnen und im regelmäßigen Betriebe können daraus 31,500,000 Liter Gas bereitet werden. Eine Flamme consumirt in der Stunde 35 Liter, mit der angeführten Quantität ließen sich, das Brennen einer Gasflamme auf 1200 Stunden berechnet, 750 Gasflammen speisen. Eine Fabrik von 20,000 Spindeln bedarf zu ihrer Erleuchtung nur 500 Flammen, es bleibt demnach der noch für 250 Flammen dienende Suinter, im Ganzen 5000 Kilogr., zu anderweitiger Verwendung bereit. In Augsburg wird ein Centner oder 50 Kilogr. der Masse mit $2^1/_2$—3 fl., in Mühlhausen mit 9—10 Fr. bezahlt. Die Fabrikationskosten, incl. der Verzinsung der Anlage, Beschaffung des Kalks 2c., betragen per Flamme jährlich 37 Fr.; es kostet demnach die Flamme per Stunde 3,08 Centimes (1000 Cubikfuß 6 Thlr. 27 Sgr.). Eine derartige Anlage ist insbesondere in den Orten vortheilhaft, die, entfernt vom Kohlenmarkt, nicht in der Lage sind, sich Gas für einen entsprechend billigen Preis herstellen zu können; anderen Falles können die Seifenwasser zur Fabrikation von Oel benutzt werden.

Das zum Abkochen der Seide benutzte Seifenwasser wurde bereits im Jahre 1841 von J. **Zeller** und Söhne in Zürich zur Bereitung von Leuchtgas zu verwenden vorgeschlagen. Das Seifenwasser wird wie oben beschrieben mit Kalkmilch behandelt u. s. f. Auf 1 Hektoliter Wasser sind 0,75 bis 1,5 Kilogr. gebrannter Kalk erforderlich. Nach den Angaben von **Jeanneney** liefert ein Hektoliter Seifenwasser 1200—1600 Liter Gas, welches nicht gereinigt und gewaschen, sondern direct aus den Retorten in den Gasometer geleitet wird [1]).

---

[1]) **Bolley** bestimmte die Menge des in dem zum Degummiren der Seide gebrauchten Seifenwasser enthaltenen Fettes und fand 0,6 Proc. bei einem Versuche, 1,48 bis 2,3 bei einem zweiten und dritten Versuche.

§. 154.

Schieferöl- und Petroleumgas.

Der Posidonienschiefer des Lias aus der Nähe von Reutlingen in Württemberg liefert bei der trocknen Destillation etwa 3 Proc. Theer, aus welchem durch Destillation das Schieferöl ausgeschieden wird. Nach der Untersuchung von C. Harbordt beginnt das Oel bei 100° zu sieden, geht aber erst bei 140° in erheblichen Mengen über. Das größte Quantum destillirt zwischen 160 und 170° und entspricht der Formel $C_{14} H_{12}$. Die specifischen Gewichte wachsen mit dem Siedepunkte stetig (von 0,807 bis 0,820). In Folge eines nicht unbedeutenden Schwefelgehaltes [1]) ist das Schieferöl als Beleuchtungsmaterial für Lampen nicht sehr geeignet, dagegen ist es ein vorzügliches Material zur Gasbeleuchtung.

Nach den Mittheilungen von Haas liefert in Reutlingen 1 Centner des Schiefergasöles im Werth von 10 fl. ungefähr 1300 engl. Cubikfuß Gas, so daß das Tausend Cubikfuß einschließlich des Brennmaterials ($^1/_{12}$ Klafter Holz) und des Taglohns in runder Summe auf 10 fl. zu stehen kommt, was in Anbetracht der hohen Leuchtkraft sehr billig ist; überdieß ist vorauszusehen, daß sich der Preis des Gasöls mit vermehrtem Absatz auch noch billiger stellen wird. Bei der starken Leuchtkraft dieses Gases ist auch ein viel kleinerer Gasometer nothwendig. Dadurch kommt dann die Einrichtung selbst bedeutend billiger. Ein ganzer Apparat mit Retorte, Gasometer und 50 Lampen kam ohne Mauerwerk nicht höher als 2000 fl. zu stehen; dabei ist der Gasometer zu 1500 Cubikfuß angenommen. Von Kohlensäure enthält das Gas blos Spuren, etwas mehr Schwefelwasserstoff, der sich ihm aber durch einen trockenen Kalkreiniger leicht entziehen läßt, ohne daß man nöthig hätte, den Kalk sehr oft zu erneuern. Die Darstellung des Gases selbst ist äußerst einfach. Aus einem oberhalb der Retorte befindlichen Gefäße fließt das Oel in dünnem Strahl durch eine Uförmig gebogene Trichterröhre in den Kopf der rothglühenden Retorte, verwandelt sich hier auf der glühenden Metallfläche in Gas und tritt aus dem hinteren Theil der Retorte, der wie der Kopf über die Ofenmauerung heraussteht, in den Condensations- und Reinigungs-Apparat. Das Einzige, worauf man zu achten hat, ist, daß die Temperatur der Retorte nicht zu hoch steigt. Ungefähr 5 Proc. des angewandten Gewichts Oel bleiben in der Retorte als koksähnliche Masse zurück, die aber an der Retortenwandung lose anhaftet und sich vor jeder

[1]) Vergl. H. Vohl, Dingl. polyt. Journal CLXVIII p. 50.

neuen Destillation leicht durch ein Kratzeisen entfernen läßt. Durch Intensität des Lichts, Billigkeit der Apparate und des Materials, sowie Einfachheit der Darstellung empfiehlt sich dieses Gas vor andern.

In der Papierfabrik von Schwarz und Söhne in Salach bei Göppingen, in welcher zuerst ein Schieferölgasapparat (aus je zwei über einander liegenden Retorten mit Zwischenräumen bestehend, in deren untere das Gasöl in geringen Portionen geleitet wird, während man die Retorten in dunkler Rothglühhitze erhält) aufgestellt wurde, war zur Herstellung von 950 Cubikfuß Gas erforderlich an Material und Arbeit:

120 Pfd. Schieferöl à 11 fl. 30 kr. per 107 Pfd.	13 fl.
Holz 3/16 Klafter à 16 fl. per Klafter	3 „
Arbeit	1 „
	17 fl.

Der Grund der geringen Ausbeute an Gas ist der, daß die ohnehin kleinen Retorten, welche noch durch Zwischenräume in mehrere Fächer eingetheilt sind, nach Herstellung von 200 Cubikfuß Gas durch Rußabsatz sich so verstopften, daß die Arbeit unterbrochen werden mußte, um den Apparat wieder zu reinigen. Durch das Oeffnen des Deckels ging alles in der Retorte befindliche Oel, sodann noch viel durch den verhinderten Abfluß in die Retorte verloren, die Arbeit war durch die aus der Retorte dringenden und sich entzündenden Dämpfe eine unangenehme und der Brennmaterialaufwand wurde durch die Unterbrechung gesteigert. Diesen Uebelständen ist nun durch Vereinfachung der Retorte abgeholfen, welche aus einer 7 Fuß langen und 1 Fuß weiten Röhre besteht und mit beiden Enden etwa 7 Zoll aus dem Ofen vorsteht. An dem einen Ende fließt das Oel zu, an dem anderen Ende ist das Abzugsrohr für das Gas angebracht; der mittlere Theil wird auf 5 Fuß Länge auf dunkler Rothglühhitze erhalten. Die Retorte bleibt leer. Man erhielt mit diesem Apparate folgende Resultate.

Zu 950 Cubikfuß Gas sind erforderlich an Material und Arbeit:

70 Pfd. Schieferöl à 11 fl. 30 kr. per 107 Pfd.	7 fl.	30 kr.
3/32 Klafter Holz à 16 fl.	1 „	30 „
1/2 Tag Arbeit à 1 fl.	— „	30 „
	9 fl.	30 kr.

Die Herstellung von 1000 Cubikfuß Gas erfordert nach dem Anheizen 4 Stunden.

W. Reissig fand bei der (1862 ausgeführten) Analyse von Reutlinger Schieferölgas:

Schwere Kohlenwasserstoffe	25,30
Grubengas	64,80
Kohlenoxydgas	6,65
Wasserstoffgas	3,05
Kohlensäure	0,20
Sauerstoff und Stickstoff	Spuren
	100,00

Nach Versuchen, die in Stuttgart zur Ermittelung der Leuchtkraft des Schieferölgases angestellt wurden, hat sich ergeben, daß die Leuchtkraft des Schieferölgases 2,5 bis 3,5 mal größer sei als die des Kohlengases.

Ueber die Verwendbarkeit des Petroleums oder Erdöles liegen noch wenig Versuche vor. Die Bereitung des Petroleumgases geschieht auf zweierlei Weise, entweder durch bloßes Vergasen des Petroleums oder durch Mischen des so erhaltenen Gases mit Wassergas (letzteres Verfahren kommt zum Theil auf eine Carbonisirung des Wassergases zurück).

Nach dem Verfahren von Thompson und Hind (1862) wird das aus dem Petroleum durch Destillation über glühenden Eisenplatten oder Ziegelsteinen gewonnene Gas mit denjenigen gemischt, welches durch die Einwirkung von Wasserdämpfen auf glühende Kohlen erhalten wird. Das Gasgemisch wird mit Salzsäure gewaschen und geht dann durch eine Reihe von Reinigungsgefäßen, so daß es im Gasometer rein und geruchlos ankommt. Der Zersetzungsapparat für das Petroleum ist eine eiserne, auf einem Rost liegende Retorte, an deren Deckel ein hohler, mit Koks oder Holzkohlen gefüllter Cylinder befestigt ist. In dem Zwischenraume zwischen dem Cylinder und der Retortenwand liegt eine schlangenförmig gewundene, den Cylinder umgebende Blechplatte. Durch den Retortendeckel gehen zwei Röhren, eine für das rohe Oel, die andere für das Wasser bestimmt; erstere ist mit dem Schlangengange verbunden, welcher selbst in dem oberen Theile des Cylinders mündet, letztere durchschneidet diesen Gang und mündet in den unteren Boden des Cylinders. Das Petroleum zersetzt sich, indem es durch die Schlange geht; das Wasser verdampft in der Röhre und setzt sich mit den glühenden Kohlen um. Eine dritte Röhre führt die sämmtlichen Gase aus dem oberen Theile des Apparates ab und leitet sie nach dem Reiniger.

Gas aus amerikanischem Petroleum (ohne Wassergas), von welchem 100 Pfd. im Mittel 1000 Cubikfuß (engl.) Gas gaben, hatte nach einer Analyse von E. Silberschmid (1862) folgende Zusammensetzung:

	ungereinigtes Gas.	gereinigtes Gas.
Schwere Kohlenwasserstoffe	26,48	27,18
Leichter Kohlenwasserstoff	40,50	41,61
Kohlenoxydgas	17,07	17,47
Wasserstoffgas	12,75	13,26
Kohlensäure	3,01	0,00
Stickstoff	0,22	0,52
	100,03	100,04

Nach der Ansicht von Schilling[1]) ist das Petroleum zur Gasfabrikation im Großen, namentlich für den Continent, seines hohen Preises wegen, nicht verwendbar.

§. 155.

Harzgas.

Wenn man das unter dem Namen Terpentin bekannte Gemenge von Terpentinöl und Harz der Destillation unterwirft, so bleibt das Colophonium oder Geigenharz zurück, welches wesentlich aus zwei verschiedenen Säuren von gleicher Zusammensetzung, nämlich der Sylvinsäure und der Pininsäure besteht. Sie sind nach der Formel $C_{40}H_{30}O_4$ zusammengesetzt. Das Colophonium nun wurde, als es massenhaft und ziemlich wohlfeil aus Nordamerika nach Europa kam, vorübergehend in mehreren Städten Englands und des Continentes zur Gasbeleuchtung verwendet.

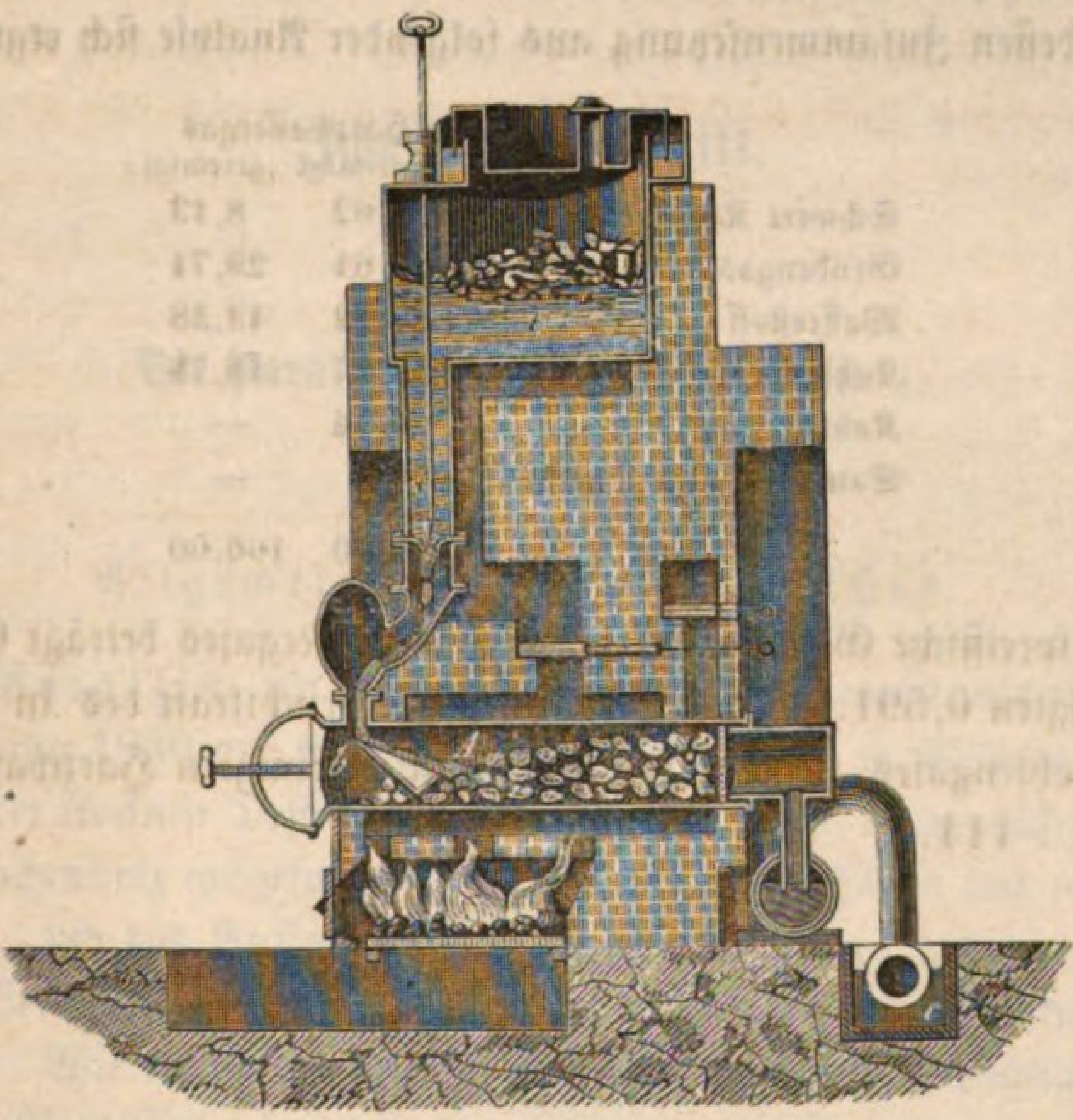
Bei seiner Zersetzung in der Hitze liefert das Colophonium eine ölähnliche Flüssigkeit, das Harzöl, welches in der Rothglühhitze vergast wird. Das Harzöl ist ein complicirt zusammengesetzter Körper und enthält Bestandtheile, die weit unter der Rothglühhitze sich verflüchtigen; dieses ist für die Fabrikation des Harzgases ein großer Uebelstand, weil diese Bestandtheile sofort nach ihrer Entstehung und zwar weit eher sich verflüchtigen werden, als sie die zur Vergasung geeignete Temperatur annehmen können. Wenn daher bei der Bereitung des Harzgases das Harzöl in möglichst geringer Menge auftreten soll, so müssen die Zersetzungsproducte des Harzes durch mehrere Retorten getrieben werden, wodurch der Apparat complicirt und die Feuerung kostspielig wird. Bei Anwendung einer einzigen Retorte erhält man große Mengen von Harzöl.

Ein anderer Uebelstand bei der Bereitung des Harzgases liegt in dem Umstande, daß das Colophonium ein fester Körper ist, welcher, damit die

[1]) Journal für Gasbeleuchtung 1862 p. 374; vergl. dagegen Bolley, Dingl. polyt. Journ. CLXIX p. 133.

Retorte sicher und regelmäßig gespeist werden kann, vorher flüssig gemacht werden muß. Bei einigen der in Vorschlag gebrachten Gasapparate geschieht dies durch vorheriges Auflösen des Harzes in Harzöl (oder Terpentinöl), bei anderen wird das Harz einfach geschmolzen, wie es in dem von Chaussenot erbauten, Fig. 107 im Durchschnitt abgebildeten Harzgasapparate der Fall ist. Das Colophonium wird in dem Raum e durch die von der Retorte

Fig. 107.



abfallende Wärme geschmolzen, und tröpfelt im geschmolzenen Zustande durch das Rohr f bei b in die Retorte A, in welcher sich Koksstückchen befinden. Die entstandenen flüchtigen Producte werden zunächst in einen mit kaltem Wasser umgebenen Behälter c geleitet, in welchem sich der größte Theil des unzersetzt gebliebenen Harzöles niederschlägt. Das Gas wird dann in den Condenser und von da, um die bis zu 8 Proc. darin enthaltene Kohlensäure abzuscheiden, durch eine Lösung von Aetznatron geleitet.

100 Pfd. Colophonium geben ungefähr 1300 Cubikfuß (engl.) Gas.

Die von Frankland im Jahre 1851 zu Manchester ausgeführten Versuche über Harzwassergas (vergl. S. 372) führten zu folgenden Resultaten. Das Colophonium wurde zunächst mit Harzöl, von einer früheren Operation herrührend, vermischt und im flüssigen Zustande in die

Schwere Kohlenwasserstoffe	9,023
Grubengas	38,410
Wasserstoff	25,230
Kohlenoxyd	6,303
Kohlensäure	0,307
Stickstoff	Spuren
Verlust	0,707
	100,000

Das spec. Gewicht des Gases war 0,541. Bei ein
240 Liter pro Stunde und 0,014 Millimeter Wasserdru
Brenner mit 40 Löchern eine Leuchtkraft von 12 Wachskerz

3) Das Verfahren von Isoard sei hier nur beiläu
besteht im Wesentlichen darin, daß die Zersetzung des überh
pses nicht durch Kohle, wie bei dem Verfahren von Sel
und Leprince, sondern durch Kohlentheer erfolgt.
Methode dargestellte Gas soll nach einer Analyse von Mon

Schwerem Kohlenwasserstoff	17,8
Grubengas	71,9
Kohlenoxyd	3,0
Kohlensäure	5,8
Wasserstoff	1,8
	100,3

Diese Anal … Fall nicht rich
offenbar viel zu … (ban

4) Nach
mit großer Zu
in Berlin an
und der Kohle
vor sich, so daß
Zustande, son
wasserstoff sich
wird bei der
zeugen, indem
producten gleich
bongas, wie

¹) In unserer
total und steht dafür
Schreibfehler.

...de Theorie desselben, die nicht immer ...ewährter Forscher wie Frankland, ...n Thatsachen im Einklange steht. ...l, entbindet in der hohen Temperatur ...asgemisch, wie bei der gewöhnlichen ...des stets im Ueberschusse darin ent- ...ei des letzteren zersetzt sich der Wasser- ...ohlensäure) und Wasserstoff liefernd, ...stoffes sich mit diesem frei werdenden ...ieses, so wie das durch Zersetzen des ...dene Gasgemisch sättigen sich mit den ...n flüssigen Kohlenwasserstoffe zu ver-

...ach der Angabe der Patentträger eine ...en nicht geöffnet, um entleert oder ge- ...lung geht ununterbrochen fort; das ... in den Röhren wochenlang in jeder ...rlieren; die Leuchtkraft des Gases ist ...m, daß der Verbrauch nur $^2/_3$ so stark ...Zahlenangaben zur Begründung ihrer ...stellungskosten stellen sich billiger als ...te in der Größe der bis jetzt üblichen ...rt in 24 Stunden 8000 bis 9000

...ns kann noch nichts berichtet werden.

...l.

...u. A. besteht darin, daß Wasser- ...pfen flüssiger Kohlenwasserstoffe ...in Leuchtgas übergeführt wird. ...ns dargestellt wird, oder zweck- ... wo es in die Brennerleitung

...ch angewendeten Appa- ...Fig. 102 im Horizontal- ...ellt ist. A ist ein Ofen ...ur versehen. In dem ...m die Bekleidung a

Destillat, Theer und Kohle (Torfkohle), so erhielt z. B. Vohl bei der Destillation eines lufttrocknen Torfes (Moortorf eines Hochmoores im Canton Zürich) aus 100 Theilen

Gas	17,625
Theer	5,375
Wässriges Destillat	52,000
Kohle	25,000
	100,000

Die Producte der trocknen Destillation des Torfes sind:

Flüssige Kohlenwasserstoffe:
- Turfol von 0,820 spec. Gewicht
- Schweres Oel (Schmieröl) von 0,885 spec. Gewicht
- Paraffin und Carbolsäure

Basen:
- Ammoniak
- Aethylamin
- Picolin
- Lutidin
- Anilin
- Caespitin [1])

Säuren:
- Kohlensäure
- Schwefelwasserstoff
- Cyanwasserstoffsäure
- Essigsäure
- Buttersäure
- Valeriansäure
- Carbolsäure

Gasförmige Producte:
- Schwere Kohlenwasserstoffe
- Leichter Kohlenwasserstoff
- Wasserstoffgas
- Kohlenoxydgas

Der Torfgaserzeugungsapparat ist der bei der Holzgasfabrikation gebräuchliche. W. Reissig, welcher sich 1859 (in Regensburg) mit Versuchen über die Fabrikation von Torfgas beschäftigte, wendete Specktorf aus der Umgegend von München an, der sehr wenig Asche und 14—15 Proc. Wasser enthielt. Im Durchschnitt gab 1 Ctr. (bayerisch) 426 Cubikf. (bayerisch) Gas (50 Kilogramm Torf entsprechen 337 engl. Cubikfuß). Die Gasentwickelung geht im Anfange wie bei Holz rasch vor sich, doch nimmt sie gleichmäßiger und stetiger ab, als bei diesem.

---

verbrennen. Die Leuchtkraft wird durch Abänderung des während der Verbrennung stattfindenden chemischen Processes hervorgerufen. Ueber die Einrichtung der Sternbrenner ist nichts bekannt gemacht worden.

[1]) Das Caespitin $C_{10}H_{13}N$ (Siedepunkt 95°) wurde 1861 von A. H. Church und Owen unter den Producten der trocknen Destillation von irischem Torfe aufgefunden.

Bei gleicher Destillationszeit entwickelten:

	100 Pfd. Torf	in	100 Pfd. Holz	
1— 5 Minuten	64	Cubikfuß	91	Cubikfuß Gas
5—10 „	48	„	77	„ „
10—15 „	40	„	73	„ „
15—20 „	40	„	74	„ „
20—25 „	37	„	71	„ „
25—30 „	38	„	69	„ „
30—35 „	35	„	59	„ „
35—40 „	32	„	46	„ „
40—45 „	30	„	35	„ „
45—50 „	27	„	24	„ „
50—55 „	21	„	14	„ „
55—70 „	15	„	8	„ „
70—90 „	10	„	7	„ „
	437	Cubikfuß	648	Cubikfuß Gas

Das ungereinigte Holzgas enthält viel Kohlensäure, und außerdem auch Schwefelwasserstoff und Ammoniak. Die Menge der Kohlensäure ist derjenigen des ungereinigten Holzgases gleich und beträgt selbst mehr. Die Menge des Schwefelwasserstoffes ist sehr wandelbar und variirt von Spuren bis zu 2—3 Volumenprocenten. Zur Reinigung des Torfgases ist der Kalk in etwas größerer Quantität, als bei der Holzgasfabrikation erforderlich (bei Versuchen, die in Bayreuth angestellt wurden, waren zur Reinigung von 1000 Cubikcent. Torfgas 41 Pfd. gebrannter Kalk nöthig).

In Uetersen in Holstein, der einzigen, in wirklichem Betriebe befindlichen Torfgasanstalt Deutschlands [1]) verfährt man nach der Beschreibung Schilling's auf folgende Weise: Die angewandten Retorten sind eiserne ⌓Retorten von 2 Fuß lichter Weite, 1 Fuß 3 Zoll Höhe und 7 Fuß 9 Zoll Länge. Oben auf jeder Retorte befinden sich der Länge nach die Züge, in denen die in den Retorten entwickelten Gase und Dämpfe vor ihrem Entweichen hin- und hergeführt werden, wodurch sie in Leuchtgas übergehen. Die Retorten sind am Boden und an den Seiten durch feuerfeste Steine und Platten gegen die directe Einwirkung des Feuers geschützt. Die Flamme streicht unter den Boden hin, zugleich durch Seitenöffnungen aufwärts und umspielt den ganzen oberen Theil der Retorte; die Verbrennungsproducte gelangen durch zwei im Scheitel des Gewölbes angebrachte Oeffnungen, von

---

1) Nach neueren Mittheilungen von Schilling (Journal für Gasbeleuchtung, 1862 p. 306) erscheint der Torf zur Gasbeleuchtung nicht empfehlenswerth, so sei auch die Torfgasanstalt in Uetersen auf Steinkohlen übergegangen.

denen die hintere jedoch fast geschlossen ist, zuerst in einen kleinen, und von da in den größeren Rauchkanal, von wo aus sie in den Schornstein abgeführt werden. Zur Zeit der Schilderung der Gasanstalt (1859) bestand die Ladung einer Retorte aus 80 Pfd. Torfstücken und lag gänzlich in ihrem hinteren glühenden Theil. Man brachte sie mittelst eines schaufelartigen Eisenbleches ein, welches in das Mundstück der Retorte eingeschoben wurde. Um den Torf aus der Schaufel zu bringen, drehte man diese nicht, wie bei den Steinkohlengasretorten, um, sondern ein Arbeiter setzte eine Krücke, welche in den Querschnitt der Schaufel paßt, vor die Ladung, und schob diese damit nach hinten, während ein zweiter Arbeiter die Schaufel zurückzog. Später hatte man angefangen, die Hälfte des jedesmaligen Torfkoks in der Retorte zu lassen, und die Ladung darauf zu bringen. Man war der Ansicht, daß die glühende Koksmasse durch Vergrößerung der Berührungsfläche die Destillation der daraufgebrachten Füllung wesentlich befördere. Es wurde auch beabsichtigt, unter dem Vorderende der Blechschaufel ein kleines Rad anzubringen, damit beim Einbringen der Ladung die glühenden Koks nicht auf einen Haufen nach hinten zusammengeschoben werden, sondern gleichmäßig vertheilt liegen bleiben. Der in Uetersen zum Vergasen verwendete Torf war ein leichter, gelblichbrauner Rasentorf, welcher vor seiner Benutzung getrocknet wurde, wobei er 8 Proc. Wasser verlor. Eine Ladung von 80 Pfund gab 406 Cubikfuß gereinigtes Gas (1 Ctr. Torf = 507,5 Cubikfuß). Nach dem Fabrikationsbuche war der Ertrag an gereinigtem Gas pro Centner

vom	15.	Octbr.	bis zum	1.	März	=	504	Cubikfuß	gereinigtes Gas,
„	1.	März	„ „	12.	„	=	567	„	„ „
„	12.	„	„ „	13.	„	=	5[illegible]0	„	„ „
„	13.	„	„ „	14.	„	=	612	„	„ „
„	14.	„	„ „	15.	„	=	604	„	„ „
„	15.	„	„ „	16.	„	=	638	„	„ „
„	16.	„	„ „	17.	„	=	604	„	„ „

Der größere Ertrag in der letzteren Zeit wurde dem bereits hervorgehobenen Umstande zugeschrieben, daß die Hälfte der Koks in der Retorte zurückblieb.

Von der Retorte aus gelangt das Gas in die Vorlage, welche in einem gemauerten mit Wasser gefüllten Trog liegt; sie ist wegen der verhältnißmäßig raschen Gasentwickelung größer als bei der Steinkohlengasfabrikation. Die in der Vorlage sich sammelnden flüssigen Producte werden in die Theercisterne geführt, während das Gas in den Condensator gelangt. Auf letzteren folgt ein Scrubber, welcher aber nicht mit Koks, sondern mit Holzspänen gefüllt ist und von oben feucht erhalten wird. Hinter dem Scrubber

passirt das Gas noch einen Waschapparat und gelangt alsdann in zwei Kalkreiniger. 100 Pfund ungelöschten Kalkes reichen hin zur Reinigung von 1500 Cubikfuß Gas. Was die Nebenproducte betrifft, so betrug die Masse des gewonnenen Theeres 2,3 Proc. des verbrauchten Torfes. In dem Gaswasser ist Ammoniak in nicht unbedeutender Menge enthalten.

Von ferneren Versuchen, Leuchtgas aus Torf zu bereiten, seien folgende angeführt:

a) In der Holzgasfabrik der k. k. Irrenheilanstalt in Wien erhielt man aus 1 Ctr. gut getrocknetem Torf 510 Cubikfuß gereinigtes Gas und 44—45 Pfund Torfkohle. Die Vergasung einer Ladung von 60 Pfd. dauerte nur $1^1/_4$ Stunde und mit Einschluß der zur Beschickung und zum Kohlenausziehen nöthigen Zeit $1^1/_2$ Stunden, so daß binnen 24 Stunden 16 Ladungen gemacht und mit einer einzigen Retorte 4800—4900 Cubikfuß Gas producirt werden können.

b) In der Flachsspinnerei zu Lambach, wo man sich eines Apparates zur Torfgaserzeugung bediente, der seit Jahren zur Herstellung von Leuchtgas aus Holz verwendet wird, erhielt man an Leuchtgas aus

1 Ctr. lufttrockenem Torf 460 Cubikfuß (α)
1 „ übertrockenem „ 470 „ (β),

ferner

	(α)	(β)
Torfkohle	24,83 Proc.	28,97 Proc.
Theer	2,5 „	2,94 „
Ammoniakalisches Wasser	38,75 „	27,94 „

c) Gräser in Salzburg stellte seine Versuche mit comprimirtem und getrocknetem Torfe an; die Resultate der Versuche ergeben sich aus folgender Tabelle:

Retortenbeschickung.	Zeit der Destillation.	Gewicht des Torfes. Pfd.	Gasproduction in Cubikfuß (engl.)	Gewonnene Torfkohle. Pfd.
1. Ladung	$1^1/_4$ Stunde	100	465	47
2. „	$1^1/_4$ „	100	486	43
3. „	1 „	100	502	43
4. „	1 „	100	498	43
5. „	$^3/_4$ „	100	489	47
6. „	1 „	100	507	41
7. „	1 „	100	509	43
8. „	$^3/_4$ „	100	511	40
Summa	—	800	3967	347

Somit gab 1 Ctr. Torf 496 Cubikfuß (engl.) gereinigtes Torfgas.

Nach einem anderen Verfahren der Torfgasbereitung, auf welches Köchlin, Duchatet und Perpigna sich 1855 ein Patent ertheilen ließen, wird der Torf in gewöhnlichen Retorten der Destillation unterworfen, das durch Kalk gereinigte, nicht leuchtende Gas in einen Gasometer aufgesammelt, und aus dem zugleich gewonnenen Theer, indem er dampfförmig durch eine glühende eiserne Retorte streicht, welche durch eine Scheidewand in zwei Kammern getheilt ist, in der Weise aber, daß zwischen dem Ende der Retorte und dem Ende der Scheidewand ein Kanal oder eine Verbindung beider Kammern bleibt, ein leuchtendes Gas hergestellt, welches dem nicht leuchtenden beigemischt, demselben die erforderliche Leuchtkraft ertheilen soll. Nach der Angabe von A. Chevalier wendet man zum Beleuchten des Boulevard de Sébastopol in Paris ein Gas an, welches ein Gemenge ist von Torfgas und Torfölgas. Man erhält es durch Zersetzen von 12 Kilogr. Torföl und 100 Kilogr. Torf. Wie L. Foucault behauptet, soll das nur mit Torföl dargestellte Leuchtgas eine 7—8 Mal größere Leuchtkraft besitzen als das Pariser Steinkohlengas, das Gemisch von Torfgas und Torfölgas ergab beständig eine größere Leuchtkraft als das Steinkohlengas.

Aus den von Reissig (1859) angestellten Versuchen und Analysen ergiebt sich, daß das Torfgas von vorzüglicher Güte hergestellt werden kann. Gereinigtes Torfgas zeigte sich zusammengesetzt aus

I. Schweren Kohlenwasserstoffen . .	9,52
Leichtem Kohlenwasserstoffgas . .	42,65
Wasserstoffgas	27,50
Kohlenoxydgas	20,33
Kohlensäure und Schwefelwasserstoff	Spuren
	100,00

Die Analyse eines anderen, mit vorzüglichem Torfe bereiteten Gases gab:

II. Schwere Kohlenwasserstoffe	Elayl = 9,52; Ditetryl = 3,64	= 13,16
Leichtes Kohlenwasserstoffgas		33,00
Wasserstoffgas		35,18
Kohlenoxydgas		18,34
Kohlensäure und Schwefelwasserstoff		0,00
Stickstoff		0,32
		100,00

Die Lichtstärke des unter I analysirten Torfgases, mit einem Zweilochbrenner unter einem Drucke von 4 Linien gebrannt, betrug (nach dem Bunsen'schen Photometer) für die Lichtstärke einer Stearinkerze (6er), welche 22''' engl. hoch brannte

für	1	dergl.	= 0,55	Cubikfuß	engl.	per	Stunde
„	2	„	= 1,2	„	„	„	„
„	3	„	= 1,35	„	„	„	„
„	5	„	= 2,0	„	„	„	„
„	10	„	= 2,64	„	„	„	„
„	14	„	= 3,6	„	„	„	„
„	18	„	= 4,3	„	„	„	„
„	24	„	= 4,7	„	„	„	„

Bei Holzgas unter den nämlichen Bedingungen verbrannt, wurde gebraucht:

für	1	dergl.	= 0,5	Cubikfuß	engl.	per	Stunde
„	2	„	= 1,15	„	„	„	„
„	3	„	= 1,3	„	„	„	„
„	5	„	= 1,8	„	„	„	„
„	10	„	= 2,7	„	„	„	„
„	14	„	= 3,6	„	„	„	„
„	18	„	= 4,1	„	„	„	„
„	24	„	= 4,5	„	„	„	„

Aus diesen Versuchen ist ersichtlich, daß das Holzgas einen kleinen Vorsprung vor dem Torfgase hat.

Ueber die Fabrikation von Leuchtgas aus Braunkohle liegen nur wenige Angaben vor. Im Allgemeinen hat sich herausgestellt, daß die Leuchtkraft des gereinigten Braunkohlengases der des Holzgases nicht nachsteht, die Ausbeute aber weit geringer sei als bei Torf und Holz. Bei Versuchen von Taché in der Gasanstalt bei Gießen mit Braunkohle (von Salzhausen bei Nidda im Großherzogthum Hessen) angestellt, wurden erhalten

aus 100 Pfd. Braunkohle { Versuch I. 315 Cubikfuß engl. gereinigtes Gas
„ II. 317 „ „ „ „

Es blieben in der Retorte 32—36,4 Proc. Koks, die sowohl zum Schmieden, sowie in Bezug auf Hitzerzeugungsfähigkeit genügende Resultate gaben, jedoch im Feuer bald verschlackten.

III. Das Wassergas.

§. 146.

Allgemeines.

Das Verfahren zur Erzeugung des Wassergases (gaz à l'eau, *water gaz*) besteht im Wesentlichen darin, daß man Wasserdämpfe durch eiserne oder thönerne Retorten strömen läßt, die mit glühender Holzkohle oder mit glühendem Koks gefüllt sind. Das Wasser zersetzt sich in Berührung mit

der glühenden Kohle und bildet ein Gasgemenge, welches aus Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Kohlensäure und geringen Mengen von Sumpfgas besteht. Das von der Kohlensäure durch Kalk befreite Gas, wesentlich aus Kohlenoxyd und Wasserstoff bestehend, ist, obgleich nicht leuchtend, doch zu Beleuchtungszwecken verwendet worden, indem man

1) wie nach dem Verfahren von Gillard, an die Brennermündungen kleine Platincylinder bringt, welche in der Flamme bald weißglühend werden und derselben Leuchtkraft ertheilen;

2) es mit kohlenstoffreichen Dämpfen imprägnirt. Letzterer Fall ist der gewöhnlichere. Die ihm zu Grunde liegende Idee rührt von Jobard in Brüssel (1832) her.

Die Angaben über die Zusammensetzung des Wassergases sind sehr verschieden, so sagen Jacquelain[1]) und auch Gillard[2]), daß das von ihnen erhaltene Gas ein Gemenge von Wasserstoff mit Kohlensäure sei, welches durch Kalk von der Kohlensäure befreit, im Wesentlichen aus Wasserstoffgas bestehe, andere geben und zwar mit größerem Rechte an, daß ihr Gas Kohlenoxyd und Wasserstoffgas enthalte. Mit der letzten Ansicht stimmen die Resultate von Langlois[3]) überein. Zur Bildung von 1 Aeq. Kohlenoxydgas ist das Vorhandensein von 1 Aeq. Wasserdampf erforderlich, dessen Wasserstoff frei gemacht wird:

$$C + HO = CO + H.$$

Begegnet nun in noch höherer Temperatur als bei der zu dem vorstehenden Vorgange erforderlichen Dunkelrothglühhitze, dem Kohlenoxydgase abermals Wasserdampf, so entzieht — wie dies Ver ver experimentell bestätigt hat — unter günstigen Umständen das Kohlenoxydgas dem Wasserdampf wiederum dessen Sauerstoff, um sich damit zu Kohlensäuregas zu vereinigen, während ein neuer Antheil von Wasserstoffgas frei wird:

$$CO + HO = CO_2 + H.$$

Nur in dem Falle, daß die entstandene Kohlensäure dem Gaserzeugungsapparate nicht schnell genug entzogen wird, sondern einige Zeit mit den glühenden Kohlen in Contact gelassen wird, kann die Rückbildung von Kohlenoxyd unter Verwendung eines neuen Kohlenstoffäquivalentes erfolgen.

---

[1]) Wagner, Jahresbericht 1856 p. 420.

[2]) Liebig und Kopp, Jahresbericht 1850 p. 420.

[3]) Wagner, Jahresbericht 1859 p. 639.

§. 147.

Gillard's Gas.

Im Jahre 1846 errichtete Gillard zu Passy bei Paris eine Gasanstalt, in welcher Wasserstoffgas, durch Zersetzen des Wassers enthalten, zu Beleuchtungszwecken dargestellt wurde. Das anfänglich zu Grunde gelegte Princip bestand in der Zersetzung von Wasserdämpfen in einer mit Eisendraht gefüllten, glühenden Gasretorte, aber mit einer Einrichtung, welche es ermöglichte, den oxydirten und dadurch unwirksam gewordenen Draht sofort und zur Stelle wieder wirksam zu machen. Die bloße Drehung eines Wechselhahnes sperrte nämlich zugleich den Zutritt des Wasserdampfes und eröffnete zugleich einem, zu diesem Behufe besonders aus Koks entwickelten Kohlenoxydgasstrom den Weg durch die Retorte. Es bildete sich Kohlensäure, welche nicht zu dem Wasserstoff, sondern getrennt abgeleitet wurde, und metallisches Eisen ($Fe_3O_4 + 4 CO = 4 CO_2 + 3 Fe$), welches nach wiederhergestellter Richtung des Hahnes wieder zur Wasserstoffentwickelung diente, und so in ununterbrochener Abwechselung fort. Große Schwierigkeiten veranlaßten jedoch Gillard, dieses System gegen ein anderes zu vertauschen und zwar gegen die Zersetzung des Wasserdampfes vermittelst Hindurchleiten durch eine Retorte mit glühenden Kohlen. Nach einer von Barruel und Jacquelain ausgeführten Analyse besteht das Wassergas bei seinem Austritt aus der Retorte aus

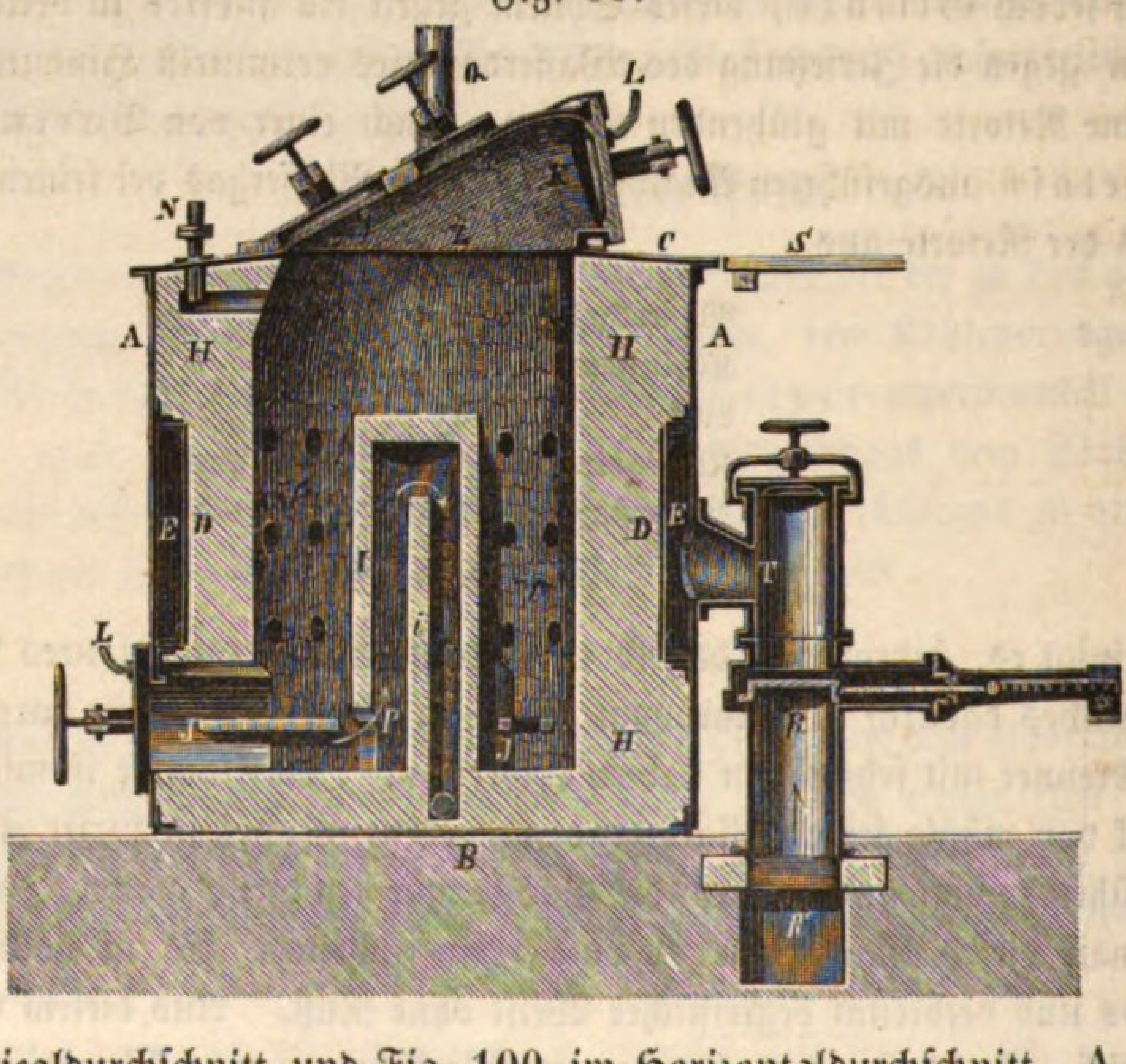
Wasserdampf	2
Kohlensäure	2
Luft	5
Kohlenoxydgas	14,7
Wasserstoffgas	76,3
	100,0

Man reinigt es, indem man dasselbe über krystallisirtes kohlensaures Natron leitet, welches dadurch in Bicarbonat übergeht. Das Gas strömt durch einen Argandbrenner mit sehr vielen kleinen Löchern aus; die Flamme ist mit einem Netzwerk von mäßig feinem Platindraht umgeben, welches in kurzer Zeit in's Weißglühen kommt und dadurch die Gasflamme leuchtend macht. In Paris nennt man dieses Gas Platingas (gaz-platine). Es ist völlig rein, geruchlos und verbrennt begreiflicher Weise ohne Ruß. Aus diesem Grunde namentlich ist es in den berühmten Werkstätten und Magazinen von Christofle u. Co. in Paris eingeführt. Seine Leuchtkraft ist größer als die des Kohlengases (das Verhältniß ist nach Girardin wie 130 : 127).

Ein Gillard'scher Brenner consumirt 227 Liter. Der Cubikmeter (= 35,31 engl. Cubikfuß) kommt auf 15 Centimes zu stehen, 1000 Cubikfuß demnach 4,5 Franken (= 3 fl. 46 kr. südd. Währung).

Seit etwa sechs Jahren hat das nach Gillard's Verfahren erhaltene Wassergas eine größere Bedeutung gewonnen, besonders seitdem man die Stadt Narbonne damit beleuchtet und es gelungen ist, das verdächtige und giftige Kohlenoxydgas bis auf die geringe Menge von 4—5 Proc. aus dem Gase zu entfernen. Früher wendete man hierzu in Narbonne Retorten an, welche von außen erhitzt wurden und durch welche man Hochdruckdampf (von $5^1/_2$—6 Atmosphären) leitete. Nach der Angabe von Verver brauchte man zur Production von 1 Cubikmeter Gas 0,3243 Kilogr. Holzkohle und zur Heizung 1,41 Kilogr. Steinkohle. Dieses Verfahren hatte den Nachtheil, daß der Ofen und die Retorten sehr angegriffen und letztere oft schon nach einigen Tagen unbrauchbar wurden und daß man bedeutende Mengen von Brennmaterial consumirte. Es ist deshalb aufgegeben und durch nachstehendes Verfahren ersetzt worden. Der hierzu erforderliche Apparat ist von Fayes aus Limour construirt und Gazogène genannt worden. Fig. 99 zeigt ihn

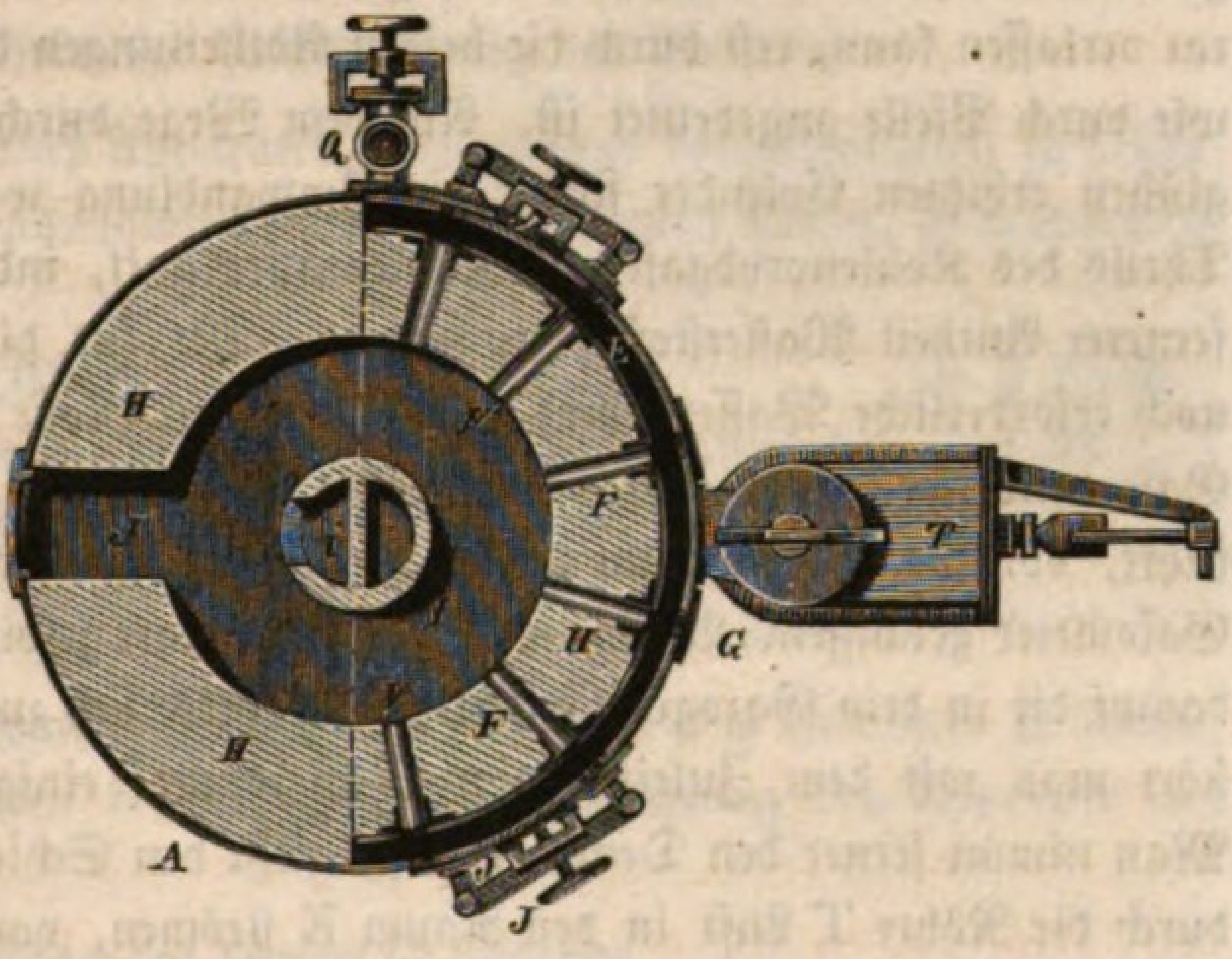
Fig. 99.



im Verticaldurchschnitt und Fig. 100 im Horizontaldurchschnitt. A ist ein Mantel aus Eisenblech von 3 Millimeter Dicke, B der Boden, C die Decke desselben, letztere aus Blech von 4 Millimeter Dicke. D ist eine zweite Be-

kleidung von Eisenblech von 2 Millimeter Dicke, innerhalb der ersteren in solcher Art angebracht, daß zwischen A und D ein ringförmiger hohler Raum E entsteht. Die innere Wand D dieses Raumes hat runde Oeffnungen, in denen kurze Blechröhren F befestigt sind, welche den äußeren Enden der Kanäle V als Futter dienen. In der Verlängerung dieser Kanäle befinden sich in der äußeren Wand A viereckige Löcher von 1 Decimeter Weite, welche gewöhnlich

Fig. 100.



durch starke Eisenplatten, die mit Lehm oder Thon lutirt sind und durch einen Bügel mit Schraube angedrückt werden, verschlossen sind und nur beim Reinigen der Kanäle geöffnet werden. Die Wand des Apparates innerhalb der Blechbekleidung besteht aus einer dicken Masse feuerfester Steine, welche die Wärme zurückhält. In der Mitte ist ein Cylinder J aus feuerfestem Thon angebracht, welcher durch eine vertikale Scheidewand und in zwei Abtheilungen getheilt ist; dieser Cylinder besteht aus mehreren Stücken von 3 Decimeter Höhe. Der untere Theil des Ofens ist mit einem Rost aus beweglichen Stäben versehen, um die Kohle in einer Höhe von 2 Decimeter über dem Boden zu erhalten, und hat nach außen drei Oeffnungen oder Thüren J für die Reinigung. S ist ein Boden, auf welchem der Vorrath von Kohlen oder Koks liegt; von hieraus werden dieselben bei K in den Apparat eingeschüttet. Bei K ist eine 4 Decim. hohe und 3 Decim. breite Oeffnung, welche nach dem Einschütten der Kohle oder Koks durch einen gußeisernen Deckel verschlossen wird. Dieser Deckel, welcher, ebenso wie die übrigen Verschlußplatten, mit einem Handgriff L versehen ist, wird mit Lehm lutirt und durch einen Bügel mit Schraube angedrückt. Dieselbe Art des Verschlusses findet bei den beiden Oeffnungen M statt, welche nur bei der Reinigung im Innern des Apparates benutzt werden.

Der Betrieb des Apparates findet in folgender Art statt: Nachdem er mit Koks gefüllt und die Koks in Brand gesetzt sind, so daß sie durch und

durchglühen, die Oeffnung K auch wieder geschlossen ist, läßt man durch das Rohr N Wasserdampf von 2 Atmosphären einströmen; dieser geht durch die glühenden Koks, wird dabei zersetzt und liefert Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas und Kohlensäure. Das Gemenge dieser Gase muß, bevor es den Apparat verlassen kann, erst durch die beiden Abtheilungen des Cylinders I gehen, wie durch Pfeile angedeutet ist. Auf dem Wege durch diesen bis zum Rothglühen erhitzten Cylinder findet die Umwandlung wenigstens des größten Theils des Kohlenoxydgases in Kohlensäure statt, indem dabei zugleich ein fernerer Antheil Wasserstoff erzeugt wird. Der für diese Umwandlung etwa noch erforderliche Wasserdampf wird durch ein Rohr P herbeigeführt. Die Gase entweichen zuletzt durch eine Röhre Q, welche sie zu einem Kühlapparat führt, von wo aus sie dann zu den Reinigungsapparaten und endlich in die Gasometer gelangen. Wenn nach Zersetzung einer gewissen Quantität Wasserdampf die in dem Gazogène enthaltenen Kokes sich zu sehr abgekühlt haben, hört man mit dem Zuleiten von Wasserdampf einige Minuten lang auf. Man nimmt ferner den Deckel K weg, zieht den Schieber R zurück und läßt durch die Röhre T Luft in den Raum E strömen, von wo aus sie durch die Kanäle V zwischen die Koks gelangt. Die Luft entströmt dem unterirdischen Kanal R[1] und wird durch einen Ventilator von 7 Decim. Durchmesser und 3 Decim. Breite herbeigeführt. Dieser Ventilator wird direct durch eine kleine Dampfmaschine von 2 Pferdestärken und großer Geschwindigkeit getrieben; diese Maschine erhält ihren Dampf aus demselben Kessel, welcher dem Gazogène den erforderlichen Dampf liefert. Die Luft, welche durch 36 Kanäle V (von 5 Centim. Durchmesser und schwach geneigt) zwischen die Koks dringt, bewirkt rasch die Wiederentzündung derselben. Wenn dieselbe erreicht und die Hitze der Koks wieder genügend gesteigert ist, schließt man die Klappe R wieder, bringt den Deckel K wieder an und beginnt wieder mit dem Einleiten von Wasserdampf durch die Röhre N. Die Operation besteht also in einem fortwährenden Wechsel von Gaserzeugung und von Wiedererhitzung der Koks. Die Gaserzeugung findet immer etwa 20 Minuten lang statt, die darauf folgende Wiedererhitzung dauert jedes Mal 4 bis 5 Minuten lang, wovon blos zwei auf die Wirksamkeit des Gebläses zu rechnen sind, indem der übrige Theil dieser Zeit zum Oeffnen und Schließen der Deckel, Hähne &c. erforderlich ist.

Der beschriebene Apparat producirt regelmäßig 40 bis 50 Cubikmeter Gas pro Stunde, je nachdem man das Wiedererhitzen der Koks mehr oder weniger oft ausführt. Seine Bedienung ist außerordentlich leicht und für die Arbeiter weit bequemer als der Betrieb mit Retorten. Man braucht blos einmal täglich einige von den Kanälen V zu reinigen, was in einigen Minuten

zu bewerkstelligen ist, und nur alle 10 Tage eine gründliche Reinigung vornehmen, welche darin besteht, daß man den Gazogène vollständig entleert und einige der Wand anhängende, aber sich leicht ablösende Schlacken beseitigt. Diese Arbeit ist durch die unteren Thüren leicht auszuführen und veranlaßt nur eine höchstens zweistündige Unterbrechung des Betriebes.

Das mit Hülfe dieses Apparates erzeugte Gas kommt wohlfeil zu stehen. Um 100 Cubikmeter Gas, sowie es zu den Gasometern strömt, zu produciren, sind erforderlich:

75	Kilogr.	Koks à 0,03 Fr.	= 2,25 Fr.
55	„	Steinkohle für die Dampferzeugung à 0,025 Fr.	= 1,37 „
82	„	Kalk zur Reinigung à 0,01 Fr.	= 0,82 „
		zusammen	4,44 Fr.

Der Cubikmeter Gas kommt hiernach auf höchstens $4^1/_2$ Centimes zu stehen, abgesehen von den Kosten der Anlage und Unterhaltung des Apparats und dem Arbeitslohn.

Die Zusammensetzung des Gases ist folgende:

Wasserdämpfe	1,02
Kohlensäure	0,50
Kohlenoxyd	3,54
Sumpfgas	0,38
Wasserstoff	94,08
Stickstoff	0,12
Verlust	0,36
	100,00

Die Brenner, die beim Wassergas Anwendung finden, sind A r g a n d'sche Brenner mit 20, 16 oder 12 Löchern; letztere sind in einem Ring von Platin angebracht, sonst haben die Brenner genau die Einrichtung der gewöhnlichen Argandbrenner. Ueber den Kranz des Brenners werden die Dochte aus feinem Platindraht gebracht. Die Dochte kosten je nach ihrer Größe 1—2 Franken das Stück. Ihre Dauer wäre unbegrenzt, wenn das Wasserstoffgas rein wäre, und wenn die Sprödigkeit nicht durch eine Art Krystallisation befördert würde, die auf der Oberfläche der so stark erhitzten Platindrähte vor sich geht. Das unbrauchbar gewordene Platin wird von der Gasfabrik zu 0,6 bis 0,75 Franken das Gramm zurückgenommen.

Die Schönheit der Flamme läßt nichts zu wünschen übrig, da die große Beständigkeit und Unbeweglichkeit des Lichtes diese Art der Beleuchtung zu einer der angenehmsten macht, indem es ja ein zur Weißglut gebrachter fester

Körper ist, welcher das Licht ausstrahlt, aber keine unruhige flackernde Flamme, wie solche das gekohlte Leuchtgas liefert.

§. 148.

Gekohltes Wassergas.

Faraday wies, bei Gelegenheit seiner Untersuchung über das Oel, welches beim Comprimiren des aus Oel dargestellten Leuchtgases sich bildet, nach, daß wenn Grubengas, das an sich wenig leuchtet, mit diesem Oel in Berührung kommt, dasselbe mit stark leuchtender Flamme brennt. Lowe griff diese Beobachtung auf und machte bereits 1832 den Vorschlag, gewöhnliches Kohlengas zur Vermehrung seiner Leuchtkraft mit Dämpfen von Theeröl oder von Petroleum (!) zu imprägniren; zu gleicher Zeit lehrte er mit Hilfe von Wasserdämpfen und Koks ein Gemenge von Kohlenoxyd und Wasserstoffgas zu erzeugen, welches durch die Dämpfe der genannten Kohlenwasserstoffe in Leuchtgas übergeführt wurde. Später hat Jobard in Brüssel, Redacteur des *Courrier belge*, diesen Gegenstand wieder aufgenommen und bei Gelegenheit der Pariser Industrieausstellung des Jahres 1839, zu deren Besichtigung er von dem belgischen Gouvernement nach Paris geschickt worden war, das Resultat seiner Versuche dem französischen Ingenieur Selligue mitgetheilt, welcher durch frühere Versuche (seit 1833) über den nämlichen Gegenstand gründlich vorbereitet, die Sache mit Eifer aufgriff und zuerst das gekohlte Wassergas zur Beleuchtung im Großen verwendete.[1]) Zum Kohlen des Wassergases wendete Selligue Schieferöl an, welches durch trockene Destillation aus bituminösem Mergelschiefer auf dieselbe Weise gewonnen wird, nach der man heutzutage noch zu Reutlingen und anderen Orten das Schieferöl gewinnt. Zu dem Gasapparate von Selligue gehört eine Batterie von drei Retorten, welche beständig im Rothglühen erhalten werden. Zwei dieser Retorten sind mit Kohle angefüllt. Ein Wasserdampfstrom tritt in die erste Retorte ein und bildet hier Kohlenoxyd und Wasserstoffgas; in der zweiten Retorte wird die Zersetzung vervollständigt und die vorher entstandene Kohlensäure zu Kohlenoxyd reducirt (ganz entgegengesetzt dem heutzutage bei der Bereitung des Wassergases üblichem Verfahren, nach welchem man das Kohlenoxyd möglichst vollständig zu Kohlensäure zu oxydiren sucht).

---

[1]) Es ist hier der Ort hervorzuheben, daß Selligue bei seinen Versuchen über die Herstellung von gekohltem Wassergas unabhängig von Reichenbach im Jahre 1839 schon das Paraffin entdeckt hat und Kerzen daraus dargestellt (er nannte sein Material Mineralwachs) auf der Pariser Industrieausstellung des Jahres 1839 producirte.

Das glühende Gemenge von Kohlenoxyd und Wasserstoff tritt in die letzte Retorte, wo es das in Zersetzung begriffene Schieferöl trifft; diese Retorte enthält bis zu $^2/_3$ ihrer Höhe eine eiserne Kette, um die Heizfläche zu vermehren. Ein continuirlicher Strom von Schieferöl (auf 10,000 Liter Gas rechnet man 5 Kilogr. Oel) rinnt von oben in die Retorte herab, wo es sofort zersetzt und mit dem Gemenge von Kohlenoxyd und Wasserstoff in Wechselwirkung gebracht wird. Ein Gasofen mit sechs Retorten (zusammen von 6 Cubikmeter Capacität) giebt nach Sellique in 24 Stunden 24,000 bis 28,000 Hektoliter Leuchtgas, wobei consumirt werden 1231 Kilogr. Schieferöl nebst 400 Kilogr. Holzkohle als Gasmaterial und 16 Hektoliter Steinkohle zum Heizen.

Aus dem Sellique'schen Verfahren sind die folgenden Methoden hervorgegangen:

1) Der White'sche Prozeß oder der Hydrocarbonprozeß, nach welchem aus Wasserdämpfen und Kohle dargestelltes Wassergas mit einem Antheil unzersetzten Wasserdampfes gemischt, durch eine Retorte geht, in welcher man nach dem früheren Verfahren Harz, nach dem neueren Cannel- und Bogheadkohle der trocknen Destillation unterwirft;

2) Das Verfahren von Leprince, welches das *Gaz mixte de Leprince* liefert, ist im Wesentlichen nichts weiter als der verbesserte White'sche Prozeß. Die Zersetzungsproducte von Wasserdämpfen und Koks gehen mit Wasserdämpfen gemischt bei der geeigneten Temperatur (in der nämlichen Retorte) über Steinkohle;

3) Das Verfahren von Isoard, nach welchem überhitzte Wasserdämpfe mit Steinkohlentheer zusammengebracht werden.

4) Nach der Methode von Baldamus und Grüne, 1862 von Schaeffer und Walcker beschrieben, werden der Wasserdampf und der flüssige Kohlenwasserstoff zu gleicher Zeit in dem nämlichen Raume zersetzt;

5) Das Verfahren von Kirkham u. A., nach welchem Wassergas (auf gewöhnliche Weise durch Zersetzen von Wasserdampf durch glühende Kohle in einem von ihm construirten Apparate dargestellt) einfach durch Imprägniren mit Dämpfen flüssiger Kohlenwasserstoffe (Benzol, Photogen, Petroleum, Naphta) leuchtend wird;

6) als Anhang zum Wassergas sei das von Longbottom vorgeschlagene carbonisirte Luftgas, aus atmosphärischer Luft mit Dämpfen von Benzol oder Petroleumnaphta (nach Wiederhold) imprägnirt bestehend, erwähnt.

§. 149.

1) Der *Hydrocarbonproceß von White*. Der Vorschlag von *Selligue*, das Wassergas mit den Dämpfen leichtflüssiger Kohlenwasserstoffe (wie des Schieferöles) zu imprägniren, um ihm die Eigenschaft zu ertheilen mit leuchtender Flamme zu verbrennen, gegen welchen sich der gegründete Einwand machen ließ, daß bei der niedrigen Temperatur der Wintermonate nicht die nöthige Menge von Dämpfen aufgenommen werden würde, wurde von dem Engländer *White* dahin abgeändert, daß er das Wassergas mit unzersetztem Wasserdampf gemischt, durch eine Retorte streichen ließ, in welcher er Cannel- oder Bogheadkohle, oder Harz bei starker Glühhitze der trocknen Destillation unterwarf. Das *White*'sche Verfahren oder der sogenannte *Hydrocarbonprozeß* fand im Anfange wenig Anklang, später aber, als von *Frankland* auf dem Gaswerke von *Clarke u. Co.*, Ancoats, Manchester, angestellte Versuche ein günstiges Resultat geliefert haben, wurde das Verfahren bekannter, ohne daß jedoch dessen Einführung in die Praxis gelungen wäre.

Der von *Frankland* zu den Versuchen mit *Steinkohle* angewendete Apparat bestand aus zwei horizontalen Retorten von ⌓förmigem Durchschnitte und aus zwei vertikalen Retorten in Form eines L. Die D-Retorten dienten zum Zersetzen der Steinkohle, während die L-Retorten zum Zweck der Wassergaserzeugung mit Holzkohlen gefüllt wurden. Das zu zersetzende Wasser gelangte durch einen Heber aus einem Reservoir in die L-Retorten, durchstrich dampfförmig die glühenden Kohlen und wurde hier in Wasserstoff, Kohlenoxyd und Kohlensäure verwandelt, welche hierauf nebst noch unzersetztem Wasserdampf in die D-Retorten traten, sich hier mit den flüchtigen Producten der Destillation der Steinkohlen mischten und dann auf gewöhnliche Art gereinigt und gewaschen wurden. Die Reinigungs- und Waschapparate waren bedeutend kleiner als sie bei Bereitung gewöhnlichen Steinkohlengases hätten sein müssen.

In dem Apparate von *Clegg* befanden sich drei elliptische Retorten in solcher Lage, daß sich die große Achse der Ellipse in vertikaler Richtung befand. Jede Retorte war durch eine horizontale, nicht ganz bis zur Rückwand reichende Zwischenwand in eine obere und eine untere Kammer getheilt, und alle drei Retorten lagen parallel neben einander. In der mittleren Retorte wurde das Wassergas erzeugt, während die beiden anderen zur Zersetzung der Cannelkohle dienten. Um den zur Gaserzeugung nöthigen Wasserdampf zu bilden, befand sich in der oberen Abtheilung der mittleren Retorte ein weites Rohr, in welches durch einen Trichter das Wasser in einem feinen Strahl einfloß,

um hier, sofort in Dampf verwandelt, durch eine Art Brause in den Retortenraum auszuströmen. Die Retorte wurde mit Holzkohle gefüllt; der Wasserdampf durchströmte zuerst die obere, sodann die untere Abtheilung, um hier zum Theil zersetzt zu werden. Das Gemenge von Wassergas und Wasserdampf strömte hierauf durch eine Röhrenleitung in die unteren Abtheilungen der mit Cannel- oder Bogheadkohle gefüllten Retorten, passirte auch hier beide Abtheilungen und ging zuletzt, nachdem es sich mit den Gasen und Dämpfen aus der Steinkohle gemischt, in das Hauptrohr.

Die von Frankland ausgeführten Analysen des so dargestellten Gases zeigen, daß in dem Gase gegen 15 Proc. Kohlenoxyd, aber keine Kohlensäure sich findet, der Gehalt an Wasserstoffgas dagegen bis zu 45 Proc. beträgt. Diese Zunahme des Wasserstoffgehaltes ohne äquivalente Vermehrung des Kohlenoxydgehaltes kann nur aus der Einwirkung von Wasserdampf auf das Sumpfgas der mit Cannelkohle gefüllten Retorte erklärt werden, vielleicht nach folgender Gleichung:

$$\left.\begin{array}{l}\text{Sumpfgas } C_2\,H_4\\ \text{Wasserdämpfe } H_2\,O_2\end{array}\right\}\text{ geben }\left\{\begin{array}{l}\text{Kohlenoxyd } C_2\,O_2\\ \text{Wasserstoffgas } 6\,H\end{array}\right.$$

Bei Frankland's Versuchen wird durchweg schottische Cannelkohle und Bogheadkohle angewendet, was bei der Beurtheilung der Ergebnisse der Versuche wohl ins Auge zu fassen ist, da gewöhnliche, namentlich magere Steinkohle sicher ein minder günstiges Resultat geliefert haben würde.

Die Zusammensetzung der erhaltenen Gase — mit und ohne Wassergas — war folgende:

a) Gas aus Cannelkohle von Wigan (Ince Hall)

	ohne Wassergas	mit Wassergas
Schwere Kohlenwasserstoffe	10,81	10,53
Grubengas	41,99	27,20
Wasserstoff	35,94	47,39
Kohlenoxyd	10,07	14,86
Kohlensäure	1,19	—
Sauerstoff und Stickstoff	Spur	Spur
	100,00	100,00

b) Gas aus Boghead-Kohle

	ohne Wassergas	mit Wassergas
Schwere Kohlenwasserstoffe	24,50	14,12
Grubengas	58,38	22,25
Wasserstoff	10,54	45,51
Kohlenoxyd	6,58	14,34
Kohlensäure	—	3,78
Sauerstoff und Stickstoff	—	—
	100,00	100,00

c) Gas aus Lesmahago-Cannelkohle:

	ohne	mit
	Wassergas	
Schwere Kohlenwasserstoffe	16,31	10,89
Grubengas	42,01	18,94
Wasserstoff	26,84	55,09
Kohlenoxyd	14,18	15,02
Kohlensäure	0,66	0,06
Sauerstoff und Stickstoff	—	—
	100,00	100,00

d) Gas aus Methyl-Cannelkohle:

	ohne	mit
	Wassergas	
Schwere Kohlenwasserstoffe	14,48	11,06
Grubengas	38,75	22,89
Wasserstoff	33,32	45,58
Kohlenoxyd	13,40	20,44
Kohlensäure	0,05	0,03
Sauerstoff und Stickstoff	Spur	Spur
	100,00	100,00

e) Gas aus Newcastle-Kohle (Ramsays):

	ohne	mit
	Wassergas	
Schwere Kohlenwasserstoffe	9,68	9,04
Grubengas	41,38	26,84
Wasserstoff	33,30	44,26
Kohlenoxyd	15,64	19,39
Kohlensäure	—	0,47
Sauerstoff und Stickstoff	—	—
	100,00	100,00

Ueber die Menge des erzeugten Gases und über dessen Qualität macht Frankland folgende Mittheilungen:

	Gewinn an Gasquantum	an Leuchtvermögen
	in Procenten ausgedrückt	
Wigan-Kohle	47,9	33,9
Boghead-Kohle	188,2	88,4
Lesmahago-Kohle	174,8	82,8
Methylkohle	176,2	108,2
Newcastle-Kohle	45,8	11,2

Die Ergebnisse der mit Harz-Wassergas angestellten Versuche sind unter „Harzgas" angeführt.

Die Vortheile des White'schen Hydrocarbonprocesses liegen nicht nur darin, wie oben bereits angedeutet, daß bei dem White'schen Gase der Gehalt an Wasserstoff weit größer, an Kohlenoxyd etwas und an Grubengas sehr beträchtlich geringer ist, als bei dem gewöhnlichen Steinkohlengase, sondern sie sind auch und zwar wesentlich in der mechanischen Wirkung der Wasserzersetzungsproducte zu suchen. Beim Durchströmen durch die mit Cannelkohle (oder mit Harz) beschickte Retorte führen sie die entstandenen leuchtenden Kohlenwasserstoffe rasch aus dem Bereich der Rothglühhitze, worin diese sonst zum Theil unter reichlichem Kohlenabsatz zerlegt würden und bieten den derartigen Producten im Theer überhaupt reichlich Gelegenheit, zu diffundiren und sich so den leuchtenden Bestandtheilen bleibend beizugesellen. Die Frankland'schen Versuche haben folgende Vortheile des Hydrocarbonverfahrens ergeben:

a) Der Proceß läßt sich in jeder Gasanstalt ohne besondere Umstände und Kosten einführen;

b) die Gasausbeute nimmt um 46 bis 290 Proc. zu;

c) die Leuchtkraft wird um 14 bis 108 Proc. vermehrt;

d) die Ausbeute an Theer wird vermindert, da ein guter Theil desselben vergast wird;

e) die Hitze und Kohlensäurebildung der Gasflammen wird vermindert, weil das Gas mehr Wasserstoff und weniger Kohlenstoff enthält.

§. 150.

2) Das Verfahren der Bereitung von Wassergas nach Leprince ist nichts weiter als eine Abänderung des White'schen Processes die darin besteht, daß Retorten, mit drei horizontalen Scheidewänden, mithin in drei Abtheilungen gebracht, angewendet werden, in welchen die beiden Phasen des Processes, die theilweise Wasserzersetzung durch Koks oder Holzkohle und die Carburirung des Gases durch die flüchtigen Zersetzungsproducte der Steinkohle (Backkohle) vor sich gehen. Das *Gas mixte Leprince* hat schon seine Verwendung gefunden wie z. B. in der Simonis'schen Tuchfabrik zu Verviers, auf den Zinkhütten zu Vieille-Montagne in Belgien, namentlich auch zur Beleuchtung der Stadt Mastricht und einigen Localitäten in Lüttich.

Verver fand bei der Analyse des zu Vieille-Montagne dargestellten Gases:

Schwere Kohlenwasserstoffe	9,023
Grubengas	58,410
Wasserstoff	25,250
Kohlenoxyd	6,303
Kohlensäure	0,307
Stickstoff	Spuren
Verlust	0,707
	100,000

Das spec. Gewicht des Gases war 0,541. Bei einem Consum von 240 Liter pro Stunde und 0,014 Millimeter Wasserdruck gaben Argand-Brenner mit 40 Löchern eine Leuchtkraft von 12 Wachskerzen (6er).

3) Das Verfahren von Isoard sei hier nur beiläufig erwähnt; es besteht im Wesentlichen darin, daß die Zersetzung des überhitzten Wasserdampfes nicht durch Kohle, wie bei dem Verfahren von Sellique, White und Leprince, sondern durch Kohlentheer erfolgt. Das nach dieser Methode dargestellte Gas soll nach einer Analyse von Monier bestehen aus

Schwerem Kohlenwasserstoff	17,8
Grubengas	71,9
Kohlenoxyd	3,0
Kohlensäure	5,8
Wasserstoff	1,8
	100,3

Diese Analyse ist auf jeden Fall nicht richtig, der Wasserstoffgehalt ist offenbar viel zu gering [1]).

4) Nach der Methode von Baldamus und Grüne, welche 1862 mit großer Zuversicht durch die Inhaber des Patentes Schaefer und Walcker in Berlin anempfohlen wurde, geht die Zersetzung des Wasserdampfes und der Kohlenwasserstoffe zu gleicher Zeit und in dem nämlichen Raume vor sich, so daß der in dem Wasserdampf enthaltene Wasserstoff nicht im freien Zustande, sondern in Verbindung mit Kohlenstoff als leuchtender Kohlenwasserstoff sich entwickelt. Das Material (Braunkohle, Torf, Schieferkohle) wird bei der Gasbereitung völlig ausgenutzt, ohne Nebenproducte zu erzeugen, indem diese Materialien direct vergast und die Gase mit den Theerproducten gleichzeitig mit dem Wasserstoffgas des Wassers in Hydrocarbongas, wie die Patentträger ihr Gas nennen, übergeführt werden. Die

1) In unserer Quelle (Moigno, Cosmos, 1860, 9 Mars) fehlt der Wasserstoff total und steht dafür 1,8 Oxygène libre; höchst wahrscheinlich ist dies ein Druck- oder Schreibfehler.

Urheber des Verfahrens geben folgende Theorie desselben, die nicht immer mit den durch die Untersuchungen bewährter Forscher wie Frankland, Verver u. A. zu Tage geförderten Thatsachen im Einklange steht. Das Gasmaterial (Theer, Harz, Erdöl), entbindet in der hohen Temperatur zunächst das als Leuchtgas bekannte Gasgemisch, wie bei der gewöhnlichen trocknen Destillation unter Abscheidung des stets im Ueberschusse darin enthaltenen Kohlenstoffes; mit einem Theil des letzteren zersetzt sich der Wasserdampf, Kohlenoxyd (nebst wenig Kohlensäure) und Wasserstoff liefernd, während der andere Theil des Kohlenstoffes sich mit diesem frei werdenden Wasserstoff zu Grubengas vereinigt; dieses, so wie das durch Zersetzen des Gasmateriales als Leuchtgas abgeschiedene Gasgemisch sättigen sich mit den Dämpfen der noch unzersetzt gebliebenen flüssigen Kohlenwasserstoffe zu permanentem Leuchtgas.

Die Darstellung des Gases ist nach der Angabe der Patentträger eine einfache und leichte; die Retorten werden nicht geöffnet, um entleert oder gefüllt zu werden, sondern die Entwickelung geht ununterbrochen fort; das Gas hält sich in dem Gasometer und in den Röhren wochenlang in jeder Temperatur, ohne an Leuchtkraft zu verlieren; die Leuchtkraft des Gases ist größer als die des Kohlengases (trotzdem, daß der Verbrauch nur $^2/_3$ so stark ist, sagen die Patentträger, obgleich sie Zahlenangaben zur Begründung ihrer Behauptung nicht beifügen). Die Herstellungskosten stellen sich billiger als die des Steinkohlengases. Eine Retorte in der Größe der bis jetzt üblichen Gasretorten von $8^1/_2$ Fuß Länge liefert in 24 Stunden 8000 bis 9000 Cubikfuß Gas.

Von den Erfolgen dieses Verfahrens kann noch nichts berichtet werden.

§. 151.

5) Das Verfahren von Kirkham u. A. besteht darin, daß Wassergas einfach durch Imprägniren mit Dämpfen flüssiger Kohlenwasserstoffe (Benzol, Photogen, Petroleum, Naphta) in Leuchtgas übergeführt wird. Letzteres geschieht entweder dort, wo das Gas dargestellt wird, oder zweckmäßiger am Consumtionsorte unmittelbar dort, wo es in die Brennerleitung strömt.

Kirkham stellt das Wassergas in einem vielfach angewendeten Apparat dar, welcher Fig. 101 im Längendurchschnitt, Fig. 102 im Horizontaldurchschnitt und Fig. 103 im Querdurchschnitt dargestellt ist. A ist ein Ofen aus feuerfestem Material und mit einer eisernen Armatur versehen. In dem oberen Theile befindet sich der Röhrenkessel B, an welchem die Bekleidung a

des Ofens (aus Eisenblech bestehend) angenietet ist. Den unteren Theil des Ofens bildet ein durchbrochenes Gewölbe, welches als Rost dient. Oben sind an jeder Seite des Ofens zwei schräge Röhren b angebracht, durch welche man den Ofen mit Kohlen beschickt; diese Röhren lassen sich durch eiserne Deckel, welche inwendig mit feuerfestem Thon überzogen sind, dicht verschließen. Vorn an dem Ofen sind zwei Thüren c und d, durch die man zum Rost und zum Aschenfall gelangen kann. Nachdem das Feuer gut im Brande sich befindet, werden c und d verschlossen und gut lutirt. Dadurch, daß man mit Hülfe eines Gebläses einen erhitzten Luftstrom in den Ofen treibt, wird die Hitze darin bis auf den erforderlichen Grad gesteigert. Der in dem Kessel B entwickelte Dampf speist nicht nur den Ofen in der sogleich

Fig. 101.

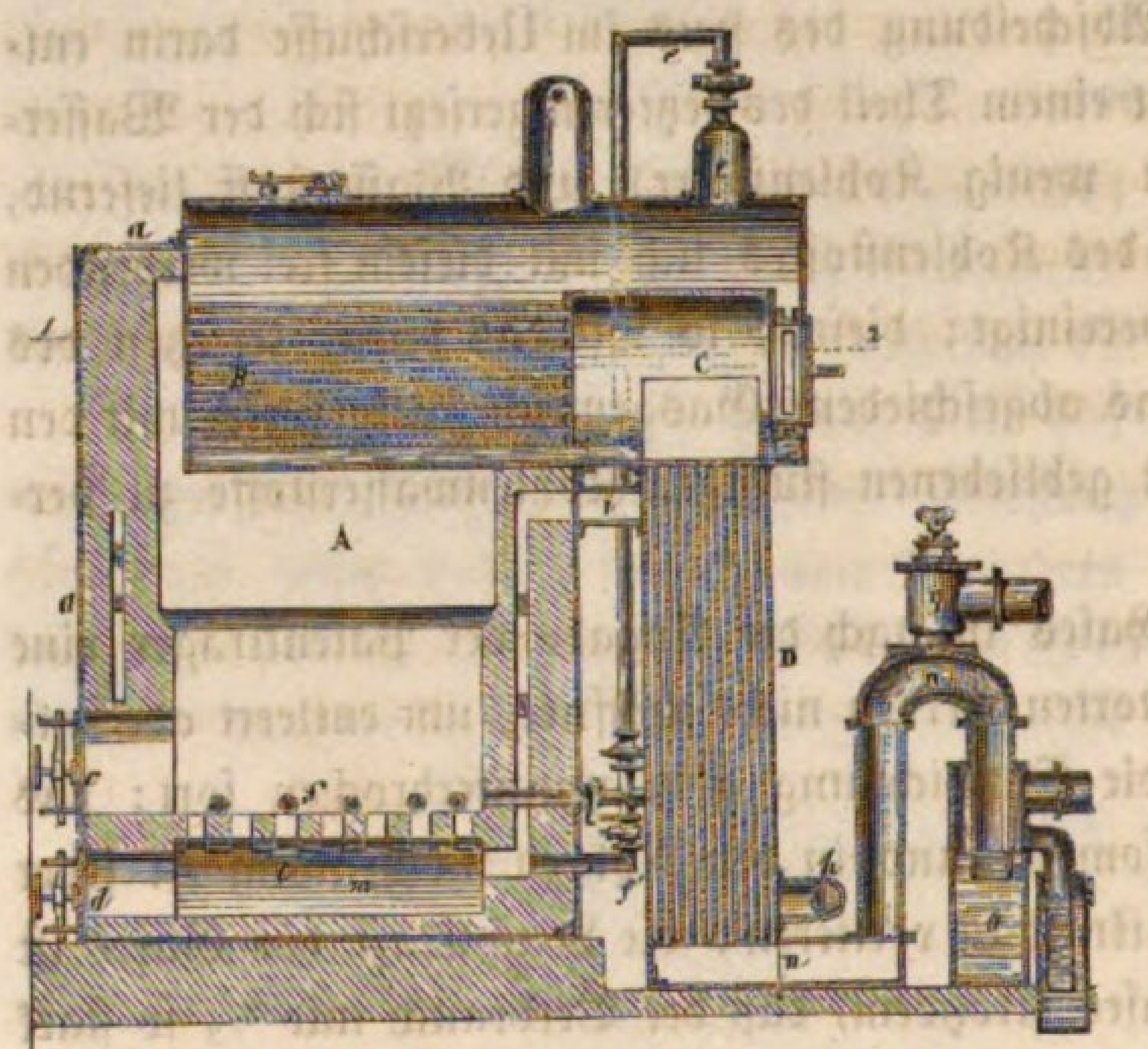


Fig. 102.

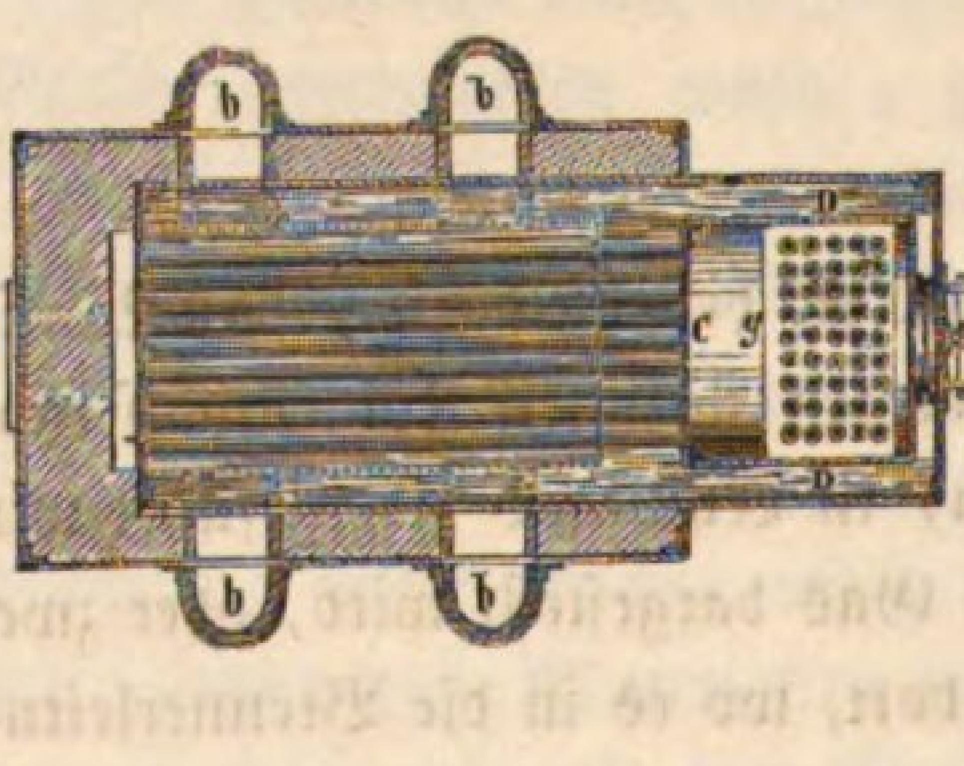
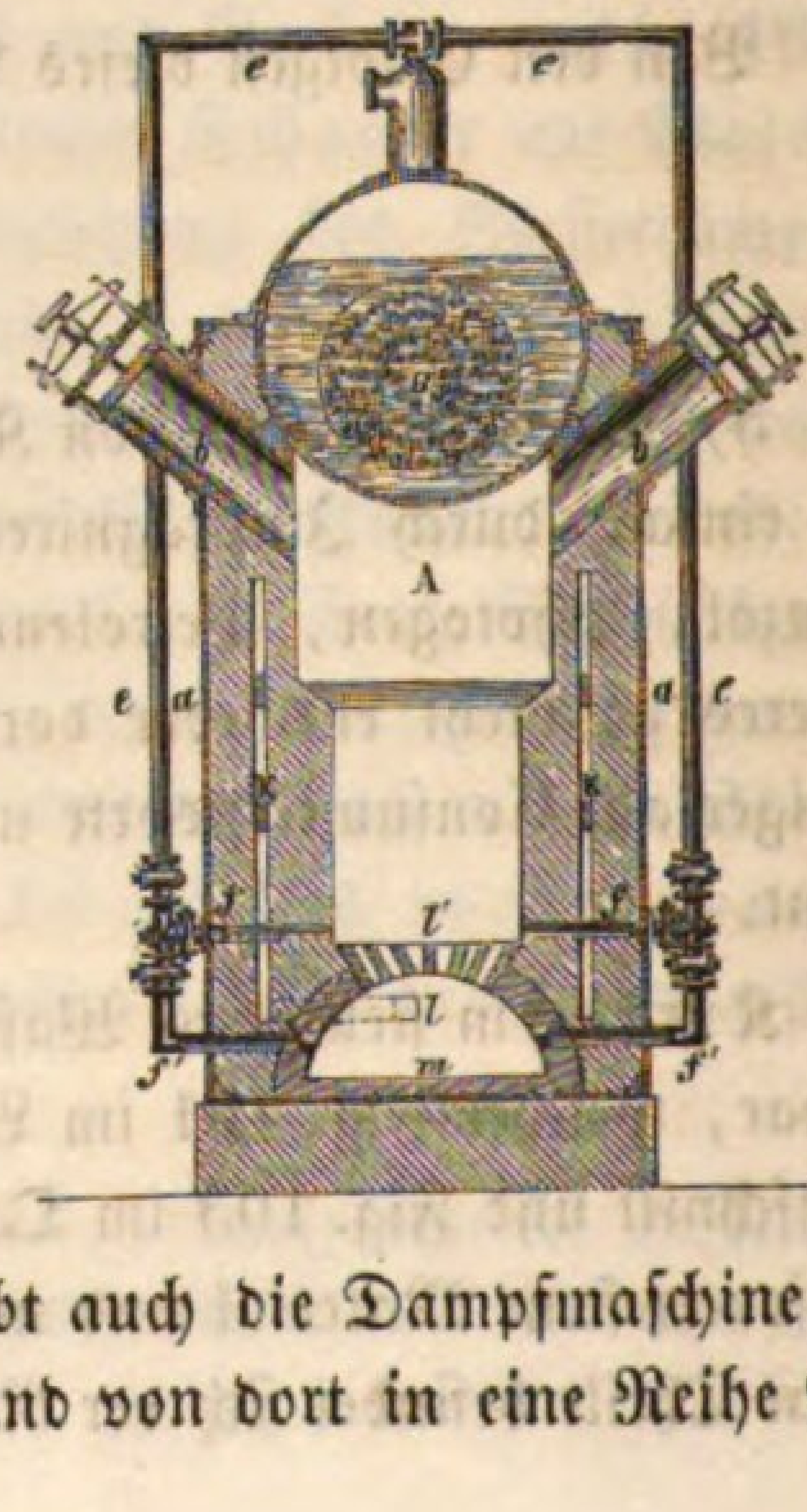


Fig. 103.



anzugebenden Weise mit Dampf, sondern treibt auch die Dampfmaschine der Fabrik. Der Dampf geht in die Röhren e und von dort in eine Reihe von

Röhren f′, welche an beiden Seiten des Ofens in derselben ausmünden. Diese Röhren sind mit Hähnen versehen, durch welche man den Dampfstrom reguliren kann. Der Wasserdampf steigt durch die glühenden Kohlen in die Höhe und zersetzt sich in der bekannten Weise in Wasserstoff, Kohlensäure und Kohlenoxyd. Das so entstandene Wassergas strömt mit den übrigen Gasen durch die Röhren des Kessels hindurch, giebt dabei an diesen einen Theil Wärme ab und geht sodann durch eine Reihe verticaler Röhren g, welche innerhalb des Blechkastens D sich befinden, hinab. In den unteren Theil des Kastens D, welcher oben und unten um die Röhren g herum verschlossen ist, wird durch die Röhre h Luft geleitet. Diese strömt in demselben zwischen den Röhren g aufwärts und wird dabei durch die Wärme, welche das diese Röhren durchströmende Gas noch besitzt, erhitzt. Die so erhitzte Luft entweicht am oberen Ende des Kastens durch die Röhre i, verbreitet sich in den Kanälen k, in denen sie noch stärker erhitzt wird, und tritt endlich durch die Röhren l in den Aschenfall, von wo aus sie durch die Oeffnungen l i des Gewölbes in die Feuerung dringt. Indem auf diese Weise dem Ofen die erforderliche Luft zugeführt wird, bewirkt man nicht nur eine Abkühlung des Gases vor seinem Eintritte in den Gasometer, sondern erreicht auch, daß die Hitze im Ofen trotz des Eintretens von Wasserdampf sich nur wenig verringert, die Kohle also fortwährend heiß genug bleibt, um die Wasserzerlegung bewirken zu können.

Nachdem das in dem Ofen erzeugte Gas durch die Röhren g hindurch gegangen ist, wird es durch die Röhren n nach o geleitet, wo es durch kaltes Wasser geht. Das abgekühlte Gas strömt durch das Rohr p nach dem Kalkreiniger und von da in den Gasometer. Es kann sowohl zur Heizung als zur Beleuchtung verwendet werden; für letzteren Zweck ertheilt man ihm dadurch Leuchtkraft, daß man es durch irgend einen geeigneten flüssigen Kohlenwasserstoff hindurchgehen und dabei mit dem Dampf desselben sich beladen läßt.

Von den vielen Apparaten, die man zum Carbonisiren oder Carburiren des Gases vorgeschlagen hat, ist keiner zu einer nennenswerthen Verbreitung gelangt, trotz den glänzenden Resultaten; die sich anfänglich herauszustellen pflegen. Schwierigkeit in Beschaffung vollkommen geeigneter Materialien, Ungleichmäßigkeit der Wirkung derselben auf die Leuchtkraft und andere Hindernisse sind bis jetzt hemmend entgegengetreten. Dessenungeachtet seien einige dieser Apparate im Folgenden angeführt.

Was die Menge der flüssigen Kohlenwasserstoffe betrifft, die erforderlich sind, um nicht leuchtenden brennbaren Gasen Leuchtkraft zu ertheilen, so sei, um Täuschungen vorzubeugen, bei dieser Gelegenheit bemerkt, daß wenn z. B.

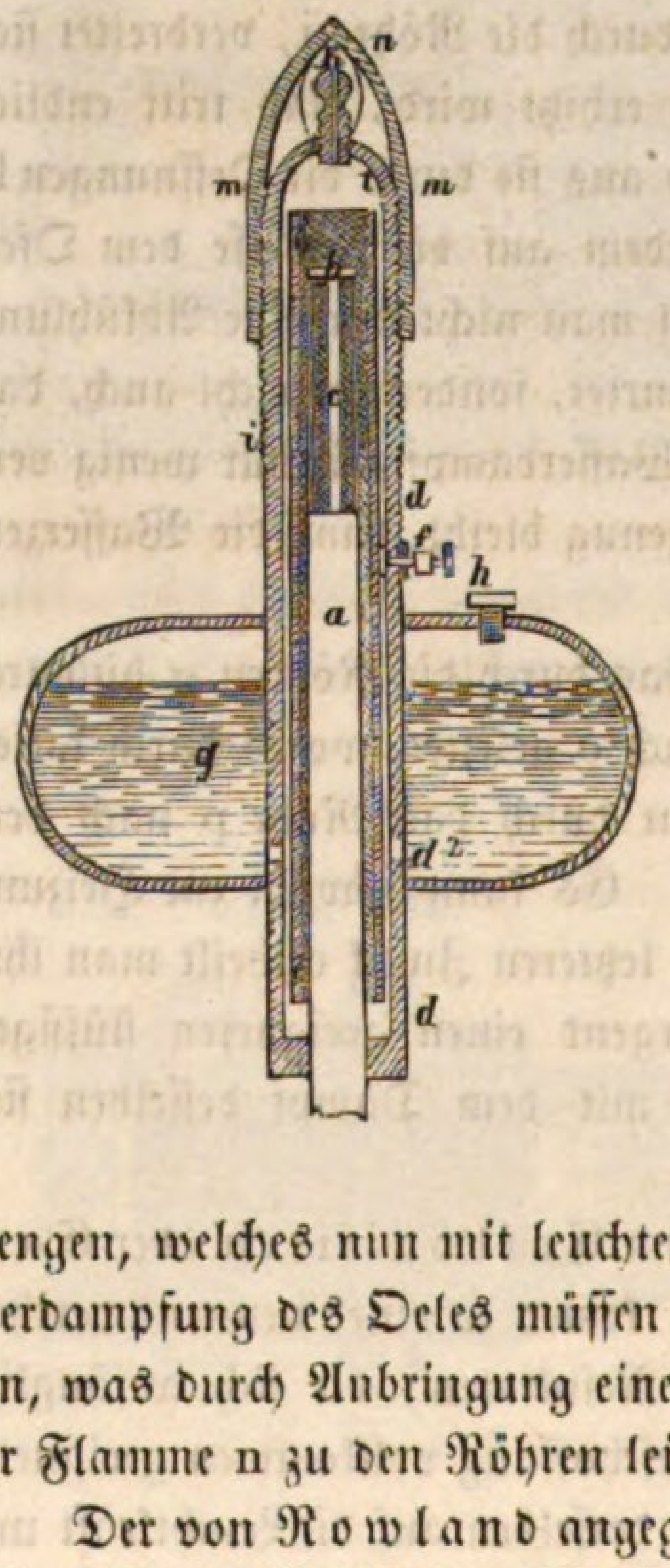
Benzol ($C_{12} H_6$) der flüssige Kohlenwasserstoff wäre, der zum Carbonisiren dienen soll,

1000 Cubikfuß Gas { bei 0° 2342 Grm. / bei 15° 5694 „ } Benzol

erfordern, um durch Sättigen mit den Dämpfen des Benzols Leuchtkraft zu erlangen.

Der von Hughes zum Carbonisiren von Wassergas vorgeschlagene Apparat ist Fig. 104 im Durchschnitte dargestellt. Er ist augenscheinlich auf die von Lüdersdorff gegen das Jahr 1845 eingeführte Dampflampe basirt. Aus dem Gasometer strömt das Gas in das Rohr a, welches durch den Draht c mit einem Ring b in Verbindung steht. Die Röhre a ist mit einer zweiten Röhre b umgeben, zwischen beiden aber ist ein freier Raum, welcher einen gewöhnlichen Docht e enthält, welchen man durch den gasdicht schließenden Stift f höher oder niedriger stellen kann. Die beiden Röhren stecken in dem Gefäß g, welches mit Naphta oder mit Benzol durch die Oeffnung h gefüllt wird; durch Oeffnungen d² kommt es mit dem Docht in Berührung, welcher das Oel aufsaugt. Auf der Röhre d wird eine Röhre i befestigt, die oben einen Brenner k trägt. Wird das Gas bei k entzündet, so erhitzt sich die Röhre und das vom Dochte absorbirte Oel verdampft, um sich dem Wassergase beizumengen, welches nun mit leuchtender Flamme brennt. Behufs der stärkeren Verdampfung des Oeles müssen die Röhren i und d noch stärker erhitzt werden, was durch Anbringung eines Bügels m erreicht wird, welcher die Hitze der Flamme n zu den Röhren leitet.

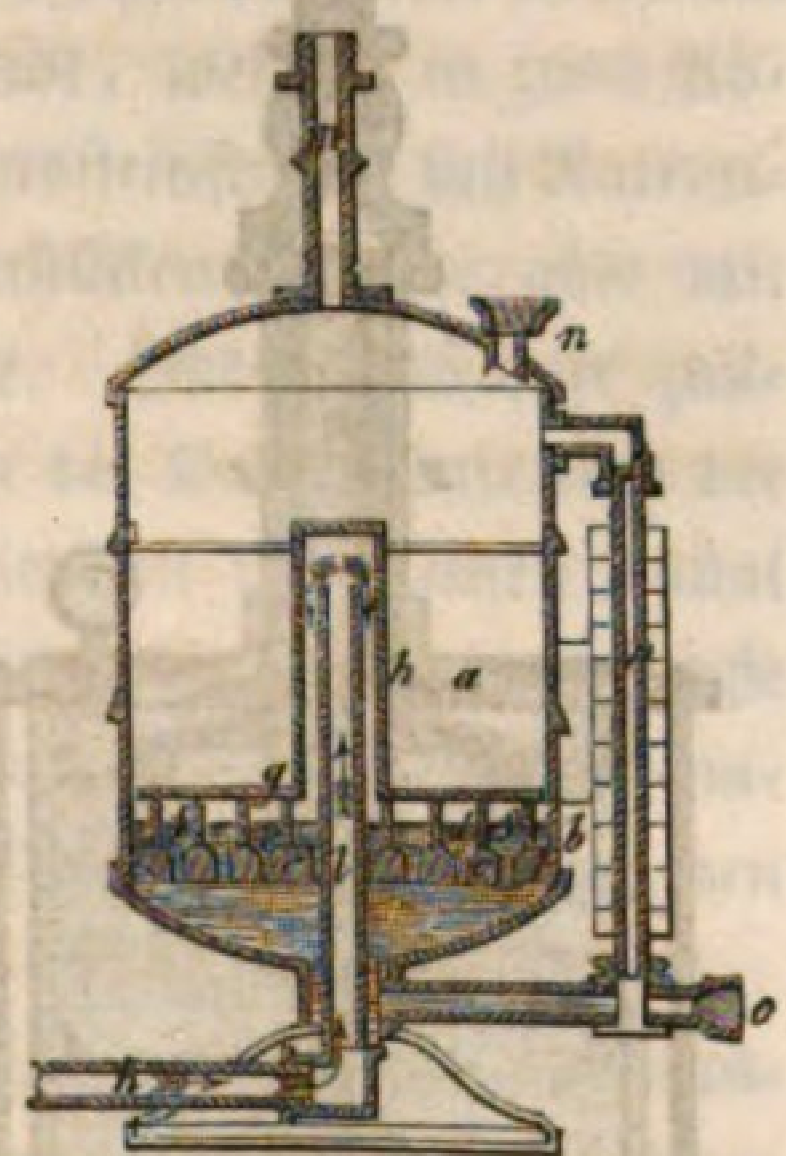
Fig. 104.



Der von Rowland angegebene Apparat zum Carbonisiren des Gases (Fig. 105 im Vertikaldurchschnitte abgebildet), besteht aus einer geschlossenen Blechbüchse a, die bis zur Höhe b mit dem flüchtigen Oele gefüllt ist. c ist ein aus Kork oder einer anderen leichten Substanz angefertigter Schwimmer, der die Gestalt eines spiralförmigen Streifens hat, so daß zwischen demselben ein spiralförmiger Kanal d gebildet wird. Dieser Kanal ist durch einen auf

dem Schwimmer sitzenden spiralförmigen Blechstreifen f erhöht und nach oben durch die Platte g geschlossen. Diese Platte hat in der Mitte eine Oeffnung, auf welcher das Rohr h sitzt, welches mittelst der Führung i seine vertikale Stellung behält. Das Gas strömt durch das Rohr k in den Apparat ein, steigt durch das Rohr l aufwärts, durch h wieder abwärts und durchströmt dann den spiralförmigen Kanal d. Dabei geht es vom Centrum nach der Peripherie über der Flüssigkeit weg, beladet sich mit dem Dampfe derselben, tritt in den Raum a aus und entweicht endlich durch das Rohr m zu den Brennern. Durch n wird die Flüssigkeit in a eingegossen, durch o kann sie abgelassen werden. p ist ein Niveauzeiger. Das Gas veranlaßt durch Reaction eine langsame Drehung des Schwimmers, wodurch die Flüssigkeit bewegt wird, was für die Wirkung günstig zu sein scheint.

Fig. 105.

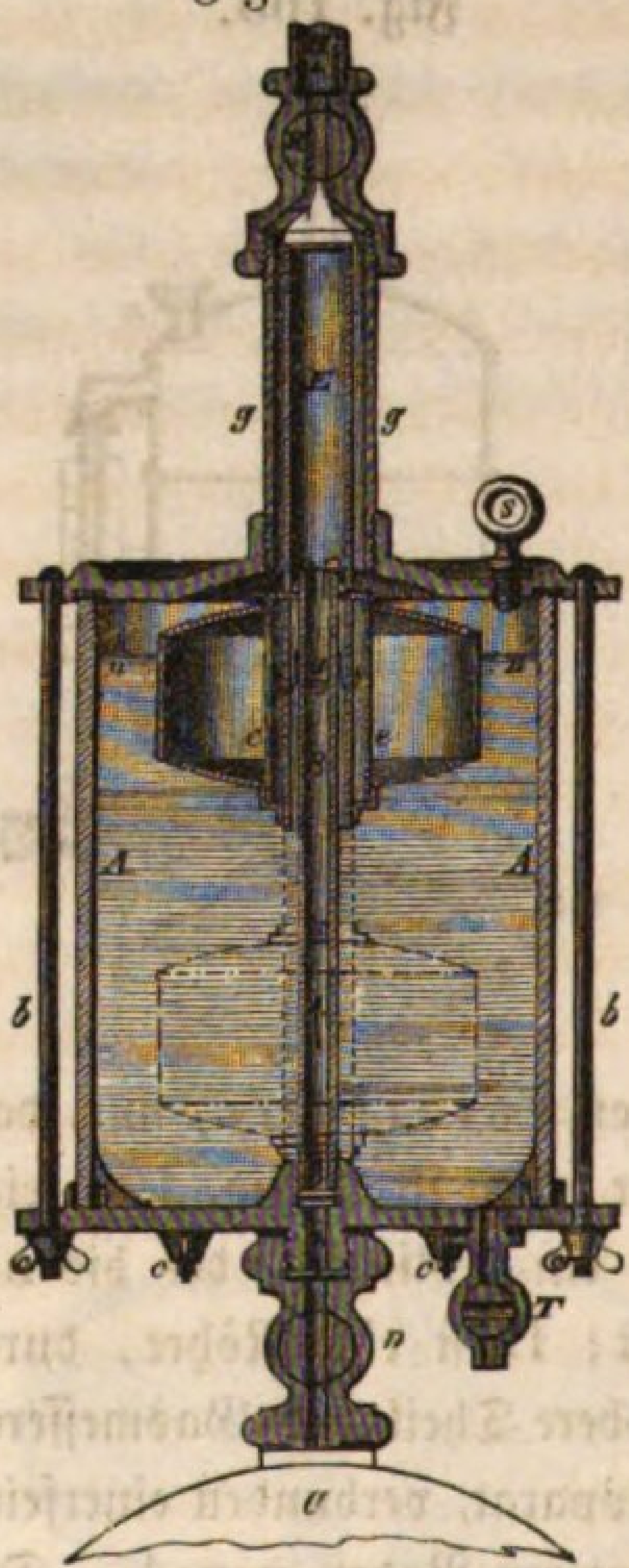


Auf gleichem Princip beruht der Apparat von Lacarrière, nur, daß die Korkscheibe durch einen metallenen Schwimmer ersetzt ist. Fig. 106 zeigt diesen Apparat im Vertikaldurchschnitte. A ist ein Cylinder, der bis n n mit dem flüssigen Kohlenwasserstoffe angefüllt ist; B ist eine Röhre, durch welche das Gas in den Apparat tritt. C der obere Theil des Gasmessers, D der Hahn für den Einlaß des Gases in den Apparat, verbunden einerseits mit dem Gasmesser und andererseits mit dem unteren Boden von A. Die Röhre E umgiebt B und ist weiter als diese; sie ist oben verschlossen und befindet sich mit dem unteren Ende in Oel, in welches sie wegen ihrer Verbindung mit dem Schwimmer F gleich weit eintaucht. Durch den Schwimmer geht eine Röhre E, welche mit dem Schwimmer durch den Cylinder e verbunden ist. Dieser Cylinder umgiebt den unteren Theil der Röhre E und steht einerseits mit dieser Röhre und andererseits mit dem Schwimmer F in fester Verbindung; der untere Boden von e ist, ebenso wie der obere Boden, mit kleinen Löchern versehen. Auf dem Cylinder A ist die Röhre g aufgeschraubt, welche durch den Hahn R mit der Röhre H communicirt, durch welche das Gas zu den Brennern strömt. S Schraubenpfropf zum Verschluß der Oeffnung, durch welche das Oel in den Cylinder A gegossen wird. T Hahn zum Ablassen etwaiger aus dem Oel abgesetzter Unreinigkeiten.

Denkt man sich den Hahn D geschlossen und den Cylinder A bis n n mit dem kohlenstoffreichen Oel gefüllt, so wird dieses auch von unten in die

Röhre E und den Cylinder e eintreten und in beiden bis zum Niveau n n sich erheben. Oeffnet man nun den Hahn D, so strömt das Gas aus dem Gasmesser aufwärts bis zum oberen Ende der Röhre B, geht dann in dem Zwischenraum zwischen B und E wieder abwärts, drückt das Niveau des Oels in diesem Zwischenraum herunter, bis die in der Wand von E bei a ringsum vorhandenen Löcher frei werden, tritt sodann durch diese Löcher in den Zwischenraum von E und e, geht in kleinen Blasen durch das hier befindliche bis zur Linie n n hinauf reichende Oel hindurch, beladet sich dabei mit dem Dampfe desselben und entweicht endlich oben aus diesem Zwischenraum, um sodann durch g, R und H nach den Brennern zu strömen. Indem das Oel in dem Gasstrom verdunstet, sinkt natürlich das Niveau desselben; in demselben Maße sinkt aber auch der Schwimmer F (dessen niedrigste Lage durch punktirte Linien angedeutet ist), so daß die Röhre E immer gleich tief in das Oel eintaucht.

Fig. 106.



Nach Lissajous erfüllt dieser Apparat seinen Zweck vollkommen. Die Imprägnirung des Gases mit dem Oeldampf erfolgt gleich gut, mag der Cylinder A mehr oder weniger mit Oel gefüllt sein; da das Gas in vielen feinen Blasen durch das Oel geht, so zeigen sich bezüglich des Abflusses des Gases aus dem Apparat keine Schwankungen, sondern die Flammen brennen ruhig und gleichmäßig; da ferner die Oelschicht, welche das Gas durchdringen muß, nur 5 Millim. hoch ist, so entsteht keine erhebliche Vermehrung des Druckes.

6) Als Anhang zu den im Vorstehenden beschriebenen Verfahren, Wassergas durch Imprägniren mit Dämpfen flüssiger Kohlenwasserstoffe in Leuchtgas überzuführen, ist hier das Verfahren von John Longbottom (Ingenieur in Leeds) zu erwähnen, atmosphärische Luft, nachdem sie zunächst von Kohlensäure und Wasserdampf befreit worden ist, durch die Dämpfe eines Gemisches aus gleichen Theilen Benzol, Aether und Terpentin- oder Harzöl in Leuchtgas zu verwandeln[1]). Wiederhold (in Cassel)

[1]) Wagner, Jahresbericht 1856. p. 422.

ertheilte der atmosphärischen Luft Leuchtkraft dadurch, daß er sie durch die aus amerikanischem Erdöl destillirte Naphta, für welche er den Namen Erdöläther vorschlägt, leitet.

Der von Longbottom benutzte Apparat besteht im Wesentlichen aus einem Gebläse, welches die zu imprägnirende atmosphärische Luft in einem möglichst gleichmäßigen Strome in einen Kasten treibt, welcher in zwei Abtheilungen getheilt ist; die eine derselben ist mit Bimssteinstücken mit Natronlauge getränkt, die andere ebenfalls mit Bimssteinstücken, welche aber mit concentrirter Schwefelsäure imprägnirt sind, gefüllt. Indem die Luft zwischen diesen Bimssteinstücken hindurchgeht, wird ihr die Kohlensäure und der Wasserdampf entzogen. Aus dem Kasten strömt die Luft durch einen Kanal in einen mit dem oben genannten Gemisch gefüllten Behälter, der große Aehnlichkeit mit der oben beschriebenen Flasche von Lacarrière hat, sammelt sich dann in einem Gasometer und darauf wie gewöhnlich zu den Brennern.

Es haben Versuche, Luft mit Benzoldämpfen zu sättigen, herausgestellt,, daß solche Luft allerdings als Beleuchtungsmittel benutzt werden kann, daß aber zum Brennern weite Brennermündungen und ein langsam strömendes Gas nöthig sind. Aus den gewöhnlichen Brennen mit engen Mündungen erscheint die Flamme klein und von sehr geringem Leuchtvermögen; durch einen schnelleren Gasstrom wird sie aber, in Folge der abkühlenden Wirkung der Luft, alsbald verlöschen.

IV. Das Oel-, Fett- und Harzgas.

§. 152.

Das Oelgas.

Die fetten Oele sind ohne Zweifel diejenigen Materialien, aus denen reinstes und vorzüglichstes Leuchtgas bereitet werden kann. In Folge ihrer Zusammensetzung — Lefort fand für

Rapsöl	die	Formel	$C_{20} H_{18} O_4$
Olivenöl	„	„	$C_{36} H_{32} O_4$
Mohnöl	„	„	$C_{36} H_{32} O_4$
Leinöl	„	„	$C_{30} H_{28} O_4$
Hanföl	„	„	$C_{22} H_{22} O_4$

— liefern sie bei der trocknen Destillation hauptsächlich Elaylgas, oder was dasselbe ist, ein Gemisch von Wasserstoffgas und Sumpfgas mit den Dämpfen

flüssiger Kohlenwasserstoffe, deren Leuchtkraft der des Elaylgases gleich ist; ferner bilden sich nur geringe Mengen von Kohlensäure und kein Schwefelwasserstoffgas, weshalb das Oelgas keiner Reinigung bedarf, und endlich bleibt bei der Destillation so gut wie kein Rückstand [1]). Da es außerdem eine größere Leuchtkraft besitzt, als das Kohlengas, so ist der Apparat zur Oelgasbereitung weit compendiöser, weil man für gleichen Umfang der Beleuchtung kleinere Gasometer nöthig hat und ferner die so lästige, wie ununterbrochene Ueberwachung erfordernde Kalkreinigung überflüssig ist. Die Gasbereitung ist auch mit weniger unangenehmem Geruche verknüpft und kann daher an jedem Orte vorgenommen werden. Sie eignet sich deshalb vorzugsweise für kleinere Anlagen. Trotz seinen unläugbaren Vorzügen hat dennoch der Kostspieligkeit wegen das Oelgas fast überall dem Kohlengase das Feld geräumt.

Der von Gebrüder Taylor im Jahre 1815 erbaute Oelgasapparat ist einfach ein mit einer Vorlage versehener Retortenofen, von welchem das Gas unmittelbar in den Gasometer geht. Die Retorten werden mit klein geschlagenem Koks von Eigröße oder mit Backsteinstückchen bis an die Wölbung gefüllt und nur an dem vorderen Theile, an welchem das Oel einfließt, läßt man einen leeren Raum, damit die bei der Zersetzung des Oeles sich hier vorzugsweise absetzende Kohle für längere Zeit Platz habe. Ist der Inhalt der Retorte bis auf etwa 600° C. erhitzt, so läßt man das Oel (oder geschmolzene Fett) einströmen und regulirt mit Hülfe eines Hahnes die Zufuhr. Entweder sind zwei Röhren an einem Ende durch ein Sattelrohr mit einander verbunden, so daß die Zersetzungsproducte aus der einen in die andere treten müssen, um aus der letzteren in das Ableitungsrohr zu gelangen, oder jede Retorte hat ihr besonderes Ableitungsrohr. Die Erneuerung der Koks in der Gasretorte findet bei ununterbrochenem Gange etwa im Monate zwei Mal statt, da in dieser Zeit die Zwischenräume mit der abgeschiedenen Kohle ausgefüllt sind, wodurch der Durchgang des Gases erschwert ist.

Bei dem von Gernert im Jahre 1859 construirten Oelgasapparat, durch welchen eine Ersparniß an Gasmaterial und Erleichterung für die Reinigung und Reparatur des Apparates erreicht werden soll, ist der Retorte eine kesselartige Form gegeben worden, welche das Feuer äußerlich und mittelst Heizröhren auch im Innern berührt. Durch die Mitte der Retorte geht der

---

[1]) Die Zerlegung des Rapsöles bei der trocknen Destillation läßt sich durch folgende Gleichung veranschaulichen:

$$2 \text{ Aeq. Rapsöl} = 2\, C_{20}H_{18}O_4 \text{ geben } \begin{cases} 9 \text{ Aeq. Elaylgas} = 9\, C_4H_4 \\ 2 \text{ Aeq. Kohlensäure} = 2\, C_2O_4. \end{cases}$$

Schornstein in die Höhe. Mehrere Röhren, am besten drei, führen von diesem Schornstein seitwärts durch die Retorte bis durch deren äußere Wandung und bilden eben so viele Züge. Der Deckel der Retorte besteht aus einem besondern Stück und läßt sich mittelst Blei vollkommen dicht aufsetzen. Das Gasmaterial (Oel, Thran, Fett) wird durch Speiseröhren, welche mit hydraulischem Abschluß und Trichter versehen und luftdicht im Deckel befestigt sind, eingebracht. Diese Röhren sind inwendig bis beinahe auf den Boden der Retorte geführt und münden nahe am mittleren Schornsteine aus. Nahe oberhalb der Mündungen befindet sich in der Retorte ein Rost, und auf diesen Rost um den mittleren Schornstein, um die horizontalen Züge und die Speiseröhren herum wird das Material (Koks, Thon, Eisenstücke) gebracht, welches die Zersetzung des Oeles befördern soll. Das in dem unteren Theile der Retorte sich entwickelnde Gemenge von Gasen und Dämpfen muß durch dieses Material hindurchströmen und wird hier vollständig vergast. Von dem oberen Theile der Retorte gelangt das Gas wie gewöhnlich in den Condensator und von dort in den Gasometer. An dem unteren Theil der Retorte sind endlich noch zwei seitliche Röhren angegossen, welche durch das Mauerwerk des Ofens nach außen hinaus reichen, und dort durch Deckel verschlossen sind. Sie dienen zum Reinigen der Retorte.

Das specifische Gewicht des Oelgases beträgt im Mittel 0,76 bis 0,90; es kann aber auch bis 1,1 steigen.

Nach den vorhandenen Angaben giebt 1 Zollpfund Samenöl 22 — 26 Cubikfuß Gas, entsprechend 90 — 96 Proc. vom Gewicht des Oeles.

§. 153.

Das Suintergas, welches man aus den seifehaltigen Waschwässern der Streich- und Kammgarnfabriken, so wie der Seidenentschälung (vergl. Bd. IV. S. 296) gewinnt, schließt sich eng an das Oelgas an. In den Spinnereien von Augsburg und Mühlhausen wird das aus den Waschbottichen abfließende Wasser, welches den Schweiß der Wolle und die gebrauchte Seife enthält[1]) in cubicirte Cisternen geleitet, dort mit Kalkmilch gemischt und 12 Stunden lang der Ruhe überlassen. Es bildet sich ein Bodensatz, der, nachdem die überstehende klare Flüssigkeit entfernt worden, auf Seihetücher aus grober Leinwand gebracht wird. Unreinigkeiten, wie Haare, Sand u. dergl., werden zurückgehalten, während die durchgelaufene

[1]) In Rheims wird das erste Waschwasser, welches keine Seife, sondern nur den Wollschweiß (suintate de potasse) enthält, auf Potasche und auf Gas verarbeitet (vergl. Bd. IV. p. 224).

Masse in Kellerräume gelangt, in welchen sich nach 6 — 8 Tagen eine teigartige Masse bildet, die mit dem Spaten in prismatische Stücke von der Größe halber Ziegelsteine ausgestochen und auf Horden getrocknet wird. Zur Trocknung sind 2 — 3 Wochen, oft auch 3 Monate erforderlich. Die trockenen Stücke werden ähnlich wie bei der Gasbereitung der Destillation unterworfen und liefern ein Gas, welches nicht gereinigt zu werden braucht und eine dreifach stärkere Leuchtkraft besitzt, als das aus guter Gassteinkohle gewonnene. Das Waschwasser einer Kammgarnspinnerei von 20,000 Spindeln, wie in den angeführten Orten, liefert, wenn es dem beschriebenen Processe unterworfen wird, circa 500 Kilogr. getrocknete Masse, Suinter genannt, täglich; 1 Kilogr. Suinter giebt 210 Liter Gas. Jährlich werden im Durchschnitt 150,000 Kilogr. Suinter gewonnen und im regelmäßigen Betriebe können daraus 31,500,000 Liter Gas bereitet werden. Eine Flamme consumirt in der Stunde 35 Liter, mit der angeführten Quantität ließen sich, das Brennen einer Gasflamme auf 1200 Stunden berechnet, 750 Gasflammen speisen. Eine Fabrik von 20,000 Spindeln bedarf zu ihrer Erleuchtung nur 500 Flammen, es bleibt demnach der noch für 250 Flammen dienende Suinter, im Ganzen 5000 Kilogr., zu anderweitiger Verwendung bereit. In Augsburg wird ein Centner oder 50 Kilogr. der Masse mit $2^1/_2$ — 3 fl., in Mühlhausen mit 9 — 10 Fr. bezahlt. Die Fabrikationskosten, incl. der Verzinsung der Anlage, Beschaffung des Kalks ꝛc., betragen per Flamme jährlich 37 Fr.; es kostet demnach die Flamme per Stunde 3,08 Centimes (1000 Cubikfuß 6 Thlr. 27 Sgr.). Eine derartige Anlage ist insbesondere in den Orten vortheilhaft, die, entfernt vom Kohlenmarkt, nicht in der Lage sind, sich Gas für einen entsprechend billigen Preis herstellen zu können; anderen Falles können die Seifenwasser zur Fabrikation von Oel benutzt werden.

Das zum Abkochen der Seide benutzte Seifenwasser wurde bereits im Jahre 1841 von J. Zeller und Söhne in Zürich zur Bereitung von Leuchtgas zu verwenden vorgeschlagen. Das Seifenwasser wird wie oben beschrieben mit Kalkmilch behandelt u. s. f. Auf 1 Hektoliter Wasser sind 0,75 bis 1,5 Kilogr. gebrannter Kalk erforderlich. Nach den Angaben von Jeanneney liefert ein Hektoliter Seifenwasser 1200 — 1600 Liter Gas, welches nicht gereinigt und gewaschen, sondern direct aus den Retorten in den Gasometer geleitet wird [1]).

---

[1]) Bolley bestimmte die Menge des in dem zum Degummiren der Seide gebrauchten Seifenwasser enthaltenen Fettes und fand 0,6 Proc. bei einem Versuche, 1,48 bis 2,3 bei einem zweiten und dritten Versuche.

§. 154.

Schieferöl- und Petroleumgas.

Der Posidonienschiefer des Lias aus der Nähe von Reutlingen in Würtemberg liefert bei der trocknen Destillation etwa 3 Proc. Theer, aus welchem durch Destillation das Schieferöl ausgeschieden wird. Nach der Untersuchung von C. Harbordt beginnt das Oel bei 100° zu sieden, geht aber erst bei 140° in erheblichen Mengen über. Das größte Quantum destillirt zwischen 160 und 170° und entspricht der Formel $C_{14} H_{12}$. Die specifischen Gewichte wachsen mit dem Siedepunkte stetig (von 0,807 bis 0,820). In Folge eines nicht unbedeutenden Schwefelgehaltes [1]) ist das Schieferöl als Beleuchtungsmaterial für Lampen nicht sehr geeignet, dagegen ist es ein vorzügliches Material zur Gasbeleuchtung.

Nach den Mittheilungen von Haas liefert in Reutlingen 1 Centner des Schiefergasöles im Werth von 10 fl. ungefähr 1300 engl. Cubikfuß Gas, so daß das Tausend Cubikfuß einschließlich des Brennmaterials ($^1/_{12}$ Klafter Holz) und des Taglohns in runder Summe auf 10 fl. zu stehen kommt, was in Anbetracht der hohen Leuchtkraft sehr billig ist; überdieß ist vorauszusehen, daß sich der Preis des Gasöls mit vermehrtem Absatz auch noch billiger stellen wird. Bei der starken Leuchtkraft dieses Gases ist auch ein viel kleinerer Gasometer nothwendig. Dadurch kommt dann die Einrichtung selbst bedeutend billiger. Ein ganzer Apparat mit Retorte, Gasometer und 50 Lampen kam ohne Mauerwerk nicht höher als 2000 fl. zu stehen; dabei ist der Gasometer zu 1500 Cubikfuß angenommen. Von Kohlensäure enthält das Gas blos Spuren, etwas mehr Schwefelwasserstoff, der sich ihm aber durch einen trockenen Kalfreiniger leicht entziehen läßt, ohne daß man nöthig hätte, den Kalk sehr oft zu erneuern. Die Darstellung des Gases selbst ist äußerst einfach. Aus einem oberhalb der Retorte befindlichen Gefäße fließt das Oel in dünnem Strahl durch eine Uförmig gebogene Trichterröhre in den Kopf der rothglühenden Retorte, verwandelt sich hier auf der glühenden Metallfläche in Gas und tritt aus dem hinteren Theil der Retorte, der wie der Kopf über die Ofenmauerung heraussteht, in den Condensations- und Reinigungs-Apparat. Das Einzige, worauf man zu achten hat, ist, daß die Temperatur der Retorte nicht zu hoch steigt. Ungefähr 5 Proc. des angewandten Gewichts Oel bleiben in der Retorte als koksähnliche Masse zurück, die aber an der Retortenwandung lose anhaftet und sich vor jeder

[1]) Vergl. H. Bohl, Dingl. polyt. Journal CLXVIII p. 50.

neuen Destillation leicht durch ein Kratzeisen entfernen läßt. Durch Intensität des Lichts, Billigkeit der Apparate und des Materials, sowie Einfachheit der Darstellung empfiehlt sich dieses Gas vor andern.

In der Papierfabrik von Schwarz und Söhne in Salach bei Göppingen, in welcher zuerst ein Schieferölgasapparat (aus je zwei über einander liegenden Retorten mit Zwischenräumen bestehend, in deren untere das Gasöl in geringen Portionen geleitet wird, während man die Retorten in dunkler Rothglühhitze erhält) aufgestellt wurde, war zur Herstellung von 950 Cubikfuß Gas erforderlich an Material und Arbeit:

120 Pfd. Schieferöl à 11 fl. 30 kr. per 107 Pfd.	13 fl.
Holz $^3/_{16}$ Klafter à 16 fl. per Klafter	3 „
Arbeit	1 „
	17 fl.

Der Grund der geringen Ausbeute an Gas ist der, daß die ohnehin kleinen Retorten, welche noch durch Zwischenräume in mehrere Fächer eingetheilt sind, nach Herstellung von 200 Cubikfuß Gas durch Rußabsatz sich so verstopften, daß die Arbeit unterbrochen werden mußte, um den Apparat wieder zu reinigen. Durch das Oeffnen des Deckels ging alles in der Retorte befindliche Oel, sodann noch viel durch den verhinderten Abfluß in die Retorte verloren, die Arbeit war durch die aus der Retorte dringenden und sich entzündenden Dämpfe eine unangenehme und der Brennmaterialaufwand wurde durch die Unterbrechung gesteigert. Diesen Uebelständen ist nun durch Vereinfachung der Retorte abgeholfen, welche aus einer 7 Fuß langen und 1 Fuß weiten Röhre besteht und mit beiden Enden etwa 7 Zoll aus dem Ofen vorsteht. An dem einen Ende fließt das Oel zu, an dem anderen Ende ist das Abzugsrohr für das Gas angebracht; der mittlere Theil wird auf 5 Fuß Länge auf dunkler Rothglühhitze erhalten. Die Retorte bleibt leer. Man erhielt mit diesem Apparate folgende Resultate.

Zu 950 Cubikfuß Gas sind erforderlich an Material und Arbeit:

70 Pfd. Schieferöl à 11 fl. 30 kr. per 107 Pfd.	7 fl.	30 kr.
$^3/_{32}$ Klafter Holz à 16 fl.	1 „	30 „
$^1/_2$ Tag Arbeit à 1 fl.	— „	30 „
	9 fl.	30 kr.

Die Herstellung von 1000 Cubikfuß Gas erfordert nach dem Anheizen 4 Stunden.

W. Reissig fand bei der (1862 ausgeführten) Analyse von Reutlinger Schieferölgas:

Schwere Kohlenwasserstoffe	25,30
Grubengas	64,80
Kohlenoxydgas	6,65
Wasserstoffgas	3,05
Kohlensäure	0,20
Sauerstoff und Stickstoff	Spuren
	100,00

Nach Versuchen, die in Stuttgart zur Ermittelung der Leuchtkraft des Schieferölgases angestellt wurden, hat sich ergeben, daß die Leuchtkraft des Schieferölgases 2,5 bis 3,5 mal größer sei als die des Kohlengases.

Ueber die Verwendbarkeit des Petroleums oder Erdöles liegen noch wenig Versuche vor. Die Bereitung des Petroleumgases geschieht auf zweierlei Weise, entweder durch bloßes Vergasen des Petroleums oder durch Mischen des so erhaltenen Gases mit Wassergas (letzteres Verfahren kommt zum Theil auf eine Carbonisirung des Wassergases zurück).

Nach dem Verfahren von Thompson und Hind (1862) wird das aus dem Petroleum durch Destillation über glühenden Eisenplatten oder Ziegelsteinen gewonnene Gas mit denjenigen gemischt, welches durch die Einwirkung von Wasserdämpfen auf glühende Kohlen erhalten wird. Das Gasgemisch wird mit Salzsäure gewaschen und geht dann durch eine Reihe von Reinigungsgefäßen, so daß es im Gasometer rein und geruchlos ankommt. Der Zersetzungsapparat für das Petroleum ist eine eiserne, auf einem Rost liegende Retorte, an deren Deckel ein hohler, mit Koks oder Holzkohlen gefüllter Cylinder befestigt ist. In dem Zwischenraume zwischen dem Cylinder und der Retortenwand liegt eine schlangenförmig gewundene, den Cylinder umgebende Blechplatte. Durch den Retortendeckel gehen zwei Röhren, eine für das rohe Oel, die andere für das Wasser bestimmt; erstere ist mit dem Schlangengange verbunden, welcher selbst in dem oberen Theile des Cylinders mündet, letztere durchschneidet diesen Gang und mündet in den unteren Boden des Cylinders. Das Petroleum zersetzt sich, indem es durch die Schlange geht; das Wasser verdampft in der Röhre und setzt sich mit den glühenden Kohlen um. Eine dritte Röhre führt die sämmtlichen Gase aus dem oberen Theile des Apparates ab und leitet sie nach dem Reiniger.

Gas aus amerikanischem Petroleum (ohne Wassergas), von welchem 100 Pfd. im Mittel 1000 Cubikfuß (engl.) Gas gaben, hatte nach einer Analyse von E. Silberschmid (1862) folgende Zusammensetzung:

	ungereinigtes Gas.	gereinigtes Gas.
Schwere Kohlenwasserstoffe	26,48	27,18
Leichter Kohlenwasserstoff	40,50	41,61
Kohlenoxydgas	17,07	17,47
Wasserstoffgas	12,75	13,26
Kohlensäure	3,01	0,00
Stickstoff	0,22	0,52
	100,03	100,04

Nach der Ansicht von Schilling[1]) ist das Petroleum zur Gasfabrikation im Großen, namentlich für den Continent, seines hohen Preises wegen, nicht verwendbar.

§. 155.

Harzgas.

Wenn man das unter dem Namen Terpentin bekannte Gemenge von Terpentinöl und Harz der Destillation unterwirft, so bleibt das Colophonium oder Geigenharz zurück, welches wesentlich aus zwei verschiedenen Säuren von gleicher Zusammensetzung, nämlich der Sylvinsäure und der Pininsäure besteht. Sie sind nach der Formel $C_{40}H_{30}O_4$ zusammengesetzt. Das Colophonium nun wurde, als es massenhaft und ziemlich wohlfeil aus Nordamerika nach Europa kam, vorübergehend in mehreren Städten Englands und des Continentes zur Gasbeleuchtung verwendet.

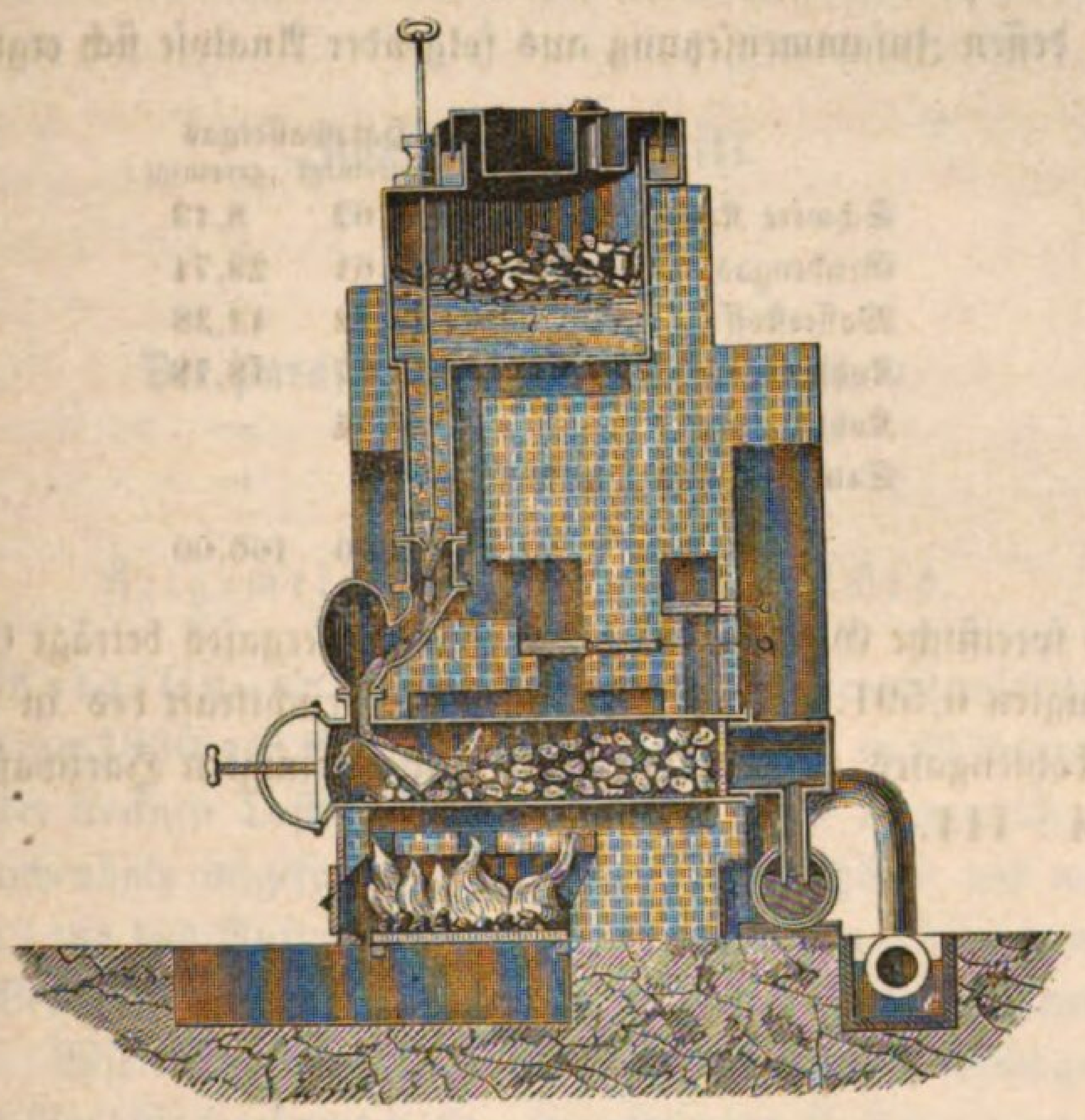
Bei seiner Zersetzung in der Hitze liefert das Colophonium eine ölähnliche Flüssigkeit, das Harzöl, welches in der Rothglühhitze vergast wird. Das Harzöl ist ein complicirt zusammengesetzter Körper und enthält Bestandtheile, die weit unter der Rothglühhitze sich verflüchtigen; dieses ist für die Fabrikation des Harzgases ein großer Uebelstand, weil diese Bestandtheile sofort nach ihrer Entstehung und zwar weit eher sich verflüchtigen werden, als sie die zur Vergasung geeignete Temperatur annehmen können. Wenn daher bei der Bereitung des Harzgases das Harzöl in möglichst geringer Menge auftreten soll, so müssen die Zersetzungsproducte des Harzes durch mehrere Retorten getrieben werden, wodurch der Apparat complicirt und die Feuerung kostspielig wird. Bei Anwendung einer einzigen Retorte erhält man große Mengen von Harzöl.

Ein anderer Uebelstand bei der Bereitung des Harzgases liegt in dem Umstande, daß das Colophonium ein fester Körper ist, welcher, damit die

[1]) Journal für Gasbeleuchtung 1862 p. 374; vergl. dagegen Bolley, Dingl. polyt. Journ. CLXIX p. 133.

Retorte sicher und regelmäßig gespeist werden kann, vorher flüssig gemacht werden muß. Bei einigen der in Vorschlag gebrachten Gasapparate geschieht dies durch vorheriges Auflösen des Harzes in Harzöl (oder Terpentinöl), bei anderen wird das Harz einfach geschmolzen, wie es in dem von Chaussenot erbauten, Fig. 107 im Durchschnitt abgebildeten Harzgasapparate der Fall ist. Das Colophonium wird in dem Raum e durch die von der Retorte

Fig. 107.



abfallende Wärme geschmolzen, und tröpfelt im geschmolzenen Zustande durch das Rohr f bei b in die Retorte A, in welcher sich Koksstückchen befinden. Die entstandenen flüchtigen Producte werden zunächst in einen mit kaltem Wasser umgebenen Behälter c geleitet, in welchem sich der größte Theil des unzersetzt gebliebenen Harzöles niederschlägt. Das Gas wird dann in den Condenser und von da, um die bis zu 8 Proc. darin enthaltene Kohlensäure abzuscheiden, durch eine Lösung von Aetznatron geleitet.

100 Pfd. Colophonium geben ungefähr 1300 Cubikfuß (engl.) Gas.

Die von Frankland im Jahre 1851 zu Manchester ausgeführten Versuche über Harzwassergas (vergl. S. 372) führten zu folgenden Resultaten. Das Colophonium wurde zunächst mit Harzöl, von einer früheren Operation herrührend, vermischt und im flüssigen Zustande in die

D-Retorte gebracht, in welche dann auch das Wassergas aus der L-Retorte trat. Das Gemenge von Gasen und Dämpfen wurde durch Natronlauge gereinigt und in dem Gasometer aufgesammelt.

Die Destillation des Colophoniums nach dem White'schen Verfahren lieferte im Durchschnitt per Tonne = 2240 Pfd. (engl.) 70,3 Gallonen Harzöl und 31,680 Cubikfuß Gas. Dabei gingen auf 1488 Pfd. Steinkohle für Feuerung, 97,4 Pfd. Holzkohle zur Wasserzersetzung, 212,5 Pfd. Kalk und 658 Pfd. Wasser. Man erhielt in der Stunde 930 — 1000 Cubikfuß Gas, dessen Zusammensetzung aus folgender Analyse sich ergiebt:

	Harzwassergas ungereinigt	Harzwassergas gereinigt
Schwere Kohlenwasserstoffe	7,62	8,13
Grubengas	27,64	29,71
Wasserstoff	40,72	43,38
Kohlenoxyd	17,67	18,78
Kohlensäure	6,35	—
Sauerstoff und Stickstoff	—	—
	100,00	100,00

Das specifische Gewicht des rohen Harzwassergases beträgt 0,658, das des gereinigten 0,591. Das Verhältniß der Leuchtkraft des in Manchester üblichen Kohlengases zu dem des rohen und gereinigten Harzwassergases ist 100 : 104 : 114.

Zweiter Abschnitt.

Die Paraffin- und Solarölindustrie[1]).

§. 156.

Allgemeines und Geschichtliches.

Das Paraffin, ein für die Beleuchtung so überaus wichtiger Stoff, wurde im Jahre 1830 von Reichenbach in Blansko in Mähren unter den Producten der trocknen Destillation des Holzes, zuerst namentlich im Theer aus Rothbuchenholz aufgefunden. Es erhielt seinen schönen und wohltönenden Namen, um das Auffallendste in seinem Verhalten, seine wenigen und schwachen Verwandtschaften zu bezeichnen, abgeleitet von den Worten *parum affinitatis*. Wie richtig der geniale Entdecker die technisch wichtigen Eigenschaften des Paraffins erkannt hatte, zeigt folgende Stelle aus der betreffenden Abhandlung vom Jahre 1830[2]): „Es verbrennt ohne Ruß und ver-

[1]) Die Literatur über die Paraffin- und Solarölindustrie ist vollständig zusammengestellt in Wagner, Jahresbericht der chemischen Technologie 1855 (p. 413 — 428); 1856 (p. 396 — 408); 1857 (p. 457 — 471); 1858 (p. 554 — 587); 1859 (p. 609 — 630); 1860 (p. 567 — 577); 1861 (p. 655 — 668); 1862 (p. 675 — 690); siehe ferner: C. G. Müller, Die trockene Destillation und die hauptsächlichsten auf ihr beruhenden Industriezweige, Leipzig 1858; C. Stammer, Die Oele und Fette des Pflanzen-, Thier- und Mineralreiches, Leipzig 1858; Th. Oppler, Handbuch der Fabrikation mineral. Oele, Berlin 1862, und P. Bolley, Handbuch der chemischen Technologie, Braunschweig 1862, 1. Bandes zweite Gruppe p. 91 — 107; Th. Antisell, The Manufacture of photogenic and hydrocarbon-oils from coal and other bituminous substances; New-York and London 1859.

[2]) Reichenbach (1830), Journ. f. techn. und ökonom. Chemie VIII. p. 445.

einigt in sich nicht nur eine Menge der trefflichen Eigenschaften des Wachses, sondern übertrifft diese noch in manchen Stücken, namentlich in Stärke des Widerstandes gegen die Einwirkung der stärkeren Säuren und der Alkalien. Es verspricht daher zu Tafelkerzen ein passendes neues Material abzugeben und seine Entdeckung könnte in diesem Betracht von Nutzen werden." Es wurde jedoch kein praktischer Erfolg in der Industrie erzielt. Das Hinderniß bestand in der geringen Menge, welche die trockene Destillation des Holzes lieferte. Später zeigte Reichenbach, daß das Paraffin auch erhalten werden könne durch trockne Destillation der aus dem Pflanzenreiche stammenden fetten Oele, aus Thierstoffen, endlich auch aus gewissen Arten von Mineralkohlen, obgleich die eigentliche Steinkohle nicht Paraffin, sondern Naphtalin liefert. So blieb das Reichenbach'sche Paraffin von der Stunde an, wo es in der Naturforscher-Versammlung zu Hamburg im Jahre 1830 zuerst der wissenschaftlichen Welt bekannt wurde, bis zum Jahre 1850 „ein schönes Item in den Präparatensammlungen der Chemiker, über deren wissenschaftliche Ateliers es aber nicht hinauskam [1])." Im Jahre 1850 gelang es dem englischen Chemiker James Young, Ardwick chemical works, Manchester, ein Verfahren zu ermitteln [2]), aus Boghead-Kohle das Paraffin in verhältnißmäßig großer Menge zu erzeugen, nämlich 13 Pfund aus einer Tonne Boghead-Kohle. Dadurch wurde nun das Paraffin zu einem Gegenstande lucrativer Darstellung und dieß um so mehr, als dabei noch eine große Menge, nämlich 30 Gallonen eines schlüpfrigen, mit Paraffin gesättigten Oeles gewonnen wird, welches als Axenschmiere bald ausgedehnte Anwendung fand. Die Paraffin und Solarölindustrie hat sich seitdem in England und in Deutschland in erfreulicher Weise entwickelt. Was die flüssigen Beleuchtungsstoffe, das Photogen, das Solaröl und das Turfol betrifft, so ist, wenn wir von Selligue's Bemühungen, das durch trockne Destillation gewonnene Schieferöl (Essence de schiste) als Lampenöl zu Ehren zu bringen, absehen, Hermann Vohl in Bonn als der Entdecker des Photogens und überhaupt als derjenige zu nennen, dessen Name auf das innigste mit dem Entstehen und der Entwickelung der deutschen Paraffin- und Solarölindustrie verknüpft ist.

Zur Geschichte der aus künstlichem Paraffin erhaltenen Kerzen noch

---

[1]) v. Reichenbach's eigne Worte, als er — mit seltener Selbstverläugnung — im Jahre 1854 (Journ. f. prakt. Chemie LXIII. p. 63) die Priorität der praktischen Entdeckung des Paraffins dem englischen Chemiker Young einräumt.

[2]) Amtl. Bericht über die Londoner Ausstellung von 1851; Berlin 1853; Bd. III. p. 496.

folgende Notizen: Auf der Pariser Industrieausstellung des Jahres 1839 hatte Selligue zunächst bituminösen Schiefer, dann flüssiges Bitumen, Mineralfett, roh und gereinigt (jenes zu 50 Fr. die 100 Kilogr.), dann Mineralwachs, roh und gereinigt (jenes zu 125, dieses zu 180 Fr.) und aus gereinigtem Material Kerzen, d. h. Paraffin-Kerzen ausgestellt. Der Berichterstatter v. Hermann (gegenwärtig Staatsrath in München) [1]) sagt bei Gelegenheit der Erwähnung dieser Producte: „Sind diese Fettproducte ökonomisch einträglich, so werden sie unter die bedeutendsten Gegenstände der Ausstellung gehören." Ferner hat Professor Runge in Oranienburg [2]), derselbe, der als der intellectuelle Urheber der Theerfarbenindustrie zu betrachten ist, schon zu Anfange der 1840er Jahre Paraffin-Kerzen aus Torf gewonnen, „deren Extrahirung aber zu theuer wurde."

§. 157.

Bisher war nur von künstlichem, durch trockne Destillation gewonnenen Paraffin die Rede. Das Paraffin kommt aber auch natürlich und zwar in ungeheuren Mengen vor, so

1) in dem Steinöl oder Petroleum, welches 6 — 40 Proc. Paraffin gelöst enthält. Das aus dem Stein- oder Erdöl gewonnene Paraffin führt den Namen Belmontin (weil die Fabrik, in welcher man zuerst Erdöl auf Paraffin verarbeitete, in London in dem Stadttheil Belmont gelegen war). Letzteres hat für die Industrie bereits eine so große Bedeutung gewonnen, daß in London im Jahre 1862 bei Gelegenheit der Weltausstellung sich die Ansicht geltend machte, daß die Paraffin-Industrie, so weit sie auf der Destillation von Mineralstoffen beruhe, keine Zukunft habe. So lange die Natur, so lautete das Urtheil, in den Karpathen, im Ural und Kaukasus, in Vorder- und Hinterindien, in Nordamerika u. s. w., so kolossale Mengen von Paraffin aufspeichert, die sie, um den Menschen der Mühe des Gewinnens so viel als möglich zu überheben, in Erdöl gelöst als Erdölquelle auf die Erdoberfläche führt, so lange werde es vortheilhafter sein, aus dem Petroleum das neue Kerzenmaterial zu gewinnen, als dasselbe mühsam aus Braunkohle oder Torf zu destilliren, wobei oft die Ausbeute mit dem Aufwand in keinem Verhältnisse steht;

2) in den unter dem Namen Ozokerit, Steintalg, Neft-gil, oder Erdwachs vorkommenden Mineralien, die wesentlich aus Paraffin

---

[1]) v. Hermann, Die Industrie-Ausstellung zu Paris im Jahre 1839; Nürnberg 1840 p. 147.

[2]) Bericht über die Pariser Ausstellung im Jahre 1855; Berlin 1856 p. 256.

bestehen. Das fossile Paraffin findet sich in großer Menge in der Moldau, wo es, wie Glocker und Hausmann[1]) angeben, schon längst zu Kerzen, also wohl den ältesten Paraffinkerzen (!) benutzt wird, in Galizien, in Niederösterreich, in Frankreich, England, am caspischen Meere und am Aralsee und andern Orten. Ueber das massenhafte Vorkommen solchen unreinen fossilen Paraffins in Gallizien giebt P. G. Hofstädter[2]) folgende interessante Notiz: Im Jahr 1854 schickte Herr R. Doms in Lemberg an Professor Redtenbacher in Wien einige Pfunde der fossilen Substanz, welche in Boryslaw bei Drohobicz in Galizien[3]) vorkommt mit der Bemerkung: „Sehr häufig in der Nähe unserer Salzformation am Rande der Karpathen kommen mächtige Thonmassen, angeschwängert mit Bergtheer, einer Lösung von Ozokerit, Paraffin, Brandharzen und Asphalt in Petroleum vor. Die Gewinnung dieses Bergtheeres zur späteren Darstellung des Petroleums, um dasselbe statt des Camphins in Lampen zu verbrennen (!), worauf ich ein Patent für die Monarchie genommen habe, veranlaßte mich, in Boryslaw einen Schacht abzuteufen, hoffend, dieselben Verhältnisse anzutreffen, wie zu Baku am caspischen Meere, wo einfache Brunnen ungeheure Mengen von Naphta liefern. Wenige Spatenstiche unter der Oberfläche fängt der bituminöse Thon an, der bei einem Schacht, den ich abteufte, in der siebenten oder achten Klafter am meisten mit Bergtheer durchdrungen ist, in welcher Tiefe auch allein der Ozokerit in Ballen in den Thon eingeschlossen vorkam, und habe ich bei $^2/_3$ Cubikklafter Erdaushebung 220 Pfund rohen ausgeschmolzenen Ozokerits erhalten. In den unteren Klaftern wird der Thon weniger bitumenreich und habe ich durch Bohrungen bis zu 16 Klafter noch nicht sein Liegendes erreicht."

In weit größerer Menge kommt das fossile Paraffin unter dem Namen Neft-gil auf der Westküste des caspischen Meeres und auf der Insel Tscheleкän im caspischen Meere vor. Nach den Mittheilungen von Eichwald, welcher eine Reise auf dem genannten Meere im Jahre 1825 ausführte[4]), macht man in den dortigen Gegenden Kerzen aus dem Neft-gil. In dem Lande der Truchmenen — auf der Ostseite des caspischen Meeres, zwischen

---

[1]) E. F. Glocker, Grundriß der Mineralogie, Nürnberg 1839 p. 266 und Hausmann, Handbuch der Mineralogie, Göttingen 1847 p. 1492.

[2]) P. G. Hofstädter (1854), Annal. der Chemie und Pharmacie XCI. p. 326.

[3]) Proben dieser Substanz wurden zur Zeit der Naturforscherversammlung in Wien im September 1856 von der geologischen Reichsanstalt an die anwesenden Chemiker und Mineralogen vertheilt.

[4]) Eichwald, Periplus des caspischen Meeres, Stuttgart und Tübingen 1834 p. 360.

diesem und dem Aralsee, kommt der Neft-gil in enormen Mengen vor; in Truchmenien wird das fossile Paraffin gegraben, durch Schmelzen über Wasser von dem beigemengten Sande befreit und dann in Blöcken von durchschnittlich 1 Kilogr. Gewicht in den Handel gebracht. Gegenwärtig wird es auf der kleinen Insel Swätoi-Ostrow im caspischen Meere, ungefähr eine Werst von der Halbinsel Apscheron am Kaukasus entfernt, auf Paraffin verarbeitet [1]). Die mit dem Namen Kirr bezeichnete Substanz, die in erstaunlichen Quantitäten an der Westküste des caspischen Meeres, namentlich auf Apscheron vorkommt und als ein schwarzer wachsähnlicher Körper erscheint, ist ein Zersetzungsproduct des in den dortigen Gegenden überall zu Tage tretenden Petroleums und wie übereinstimmende Untersuchungen von Fritzsche [2]) und Roßmäßler zeigen, von dem Paraffin gänzlich verschieden. Wie Roßmäßler angiebt, wird der Kirr in der erwähnten Paraffin- und Mineralölfabrik auf der Insel Swätoi-Ostrow als Brennmaterial verwendet [3]).

§. 158.

Fabrikation des Paraffins.

Die Methode der Darstellung des Paraffins ist verschieden, je nachdem das Paraffin als Educt oder als Product auftritt, als Educt erscheint es bei der Verarbeitung des Petroleums, des Ozokerits und des Neft-gils, als Product dagegen bei der trocknen Destillation des Torfes, der Braunkohle bituminöser Schiefer und der Bogheadkohle [4]). Wir haben demnach zu unterscheiden

I. Die Abscheidung des Paraffins	a) aus dem Petroleum, b) aus dem Ozokerit und Neft-gil;
II. Die Darstellung des Paraffins durch trockne Destillation	c) des Torfes, d) der Braunkohle, e) der bituminösen Schiefer, f) der Bogheadkohle.

---

[1]) Vergl. die Beschreibung der Paraffinfabrikation aus fossilem Paraffin von Roßmäßler (Wagners Jahresbericht 1862 p. 687).

[2]) J. Fritzsche giebt im Journ. f. pract. Chemie LXXIII p. 321—344 ausführliche Nachrichten über das Vorkommen des fossilen Paraffins oder Ozokerits am caspischen Meere.

[3]) „In den Kirrlagern hat die Fabrik das beste Brennmaterial unentgeltlich in Vorrath für Hunderte von Jahren." (Roßmäßler.)

[4]) Letzteres ist nicht absolut zu nehmen, denn die Bogheadkohle enthält, wie Bolley

I. Die Abscheidung des Paraffins (Belmontin), a) aus dem Petroleum. Daß in dem Steinöl (Erdöl, Petroleum) Paraffin enthalten sei, ist schon längst bekannt, so fand A. Buchner bereits im Jahre 1820 in dem Erdöl von Tegernsee in Oberbayern eine Fettsubstanz, welche v. Kobell später als Paraffin erkannte, so ergaben Untersuchungen des Erdöles von Baku am caspischen Meere und des Erdöles von Amiano unweit Parma [1]), daß dasselbe nicht unbeträchtliche Mengen von Paraffin enthält. Der Gedanke, das Steinöl auf Paraffin zu verarbeiten, entstand jedoch erst im Jahre 1856, als das Steinöl und zwar paraffinreiche Sorten desselben massenhaft auf den Markt kamen. Die amerikanischen Steinöle enthalten nur wenig Paraffin [2]), die aus Indien stammenden, namentlich die Naphta von Burmah oder der Rangoontheer, welcher nach Gregory, de la Rue und H. Müller bis zu 10 Proc. und das Petroleum von Java, welches nach den Untersuchungen von Bleekrode bis zu 40 Proc. Paraffin enthält. Auch die Bergnaphta der Karpathen läßt sich mit Vortheil auf Paraffin verarbeiten [3]).

Nach einer Untersuchung von H. Vohl (1858) gab ostindisches Erdöl von Butterconsistenz und bräunlicher Farbe und 10 Proc. Sand, welches vor der Untersuchung durch Stehenlassen der geschmolzenen Masse entfernt worden war:

Paraffin	6,078
Photogen	40,705
Schmieröl	40,999
Asphalt	4,609
Verlust	7,618
	100,000

Das Paraffin war blendend weiß und geruchslos und sein Schmelzpunkt lag bei 60°.

Nach dem Patent, welches de la Rue im Jahre 1854 auf die Verarbeitung des Erdöles auf Paraffin und Hydrocarbüre in England sich ertheilen ließ, wird der Rangoontheer, welchen man aus in der Nähe des Flusses

(Wagners Jahresbericht 1860 p. 574) gezeigt hat, fertig gebildetes Paraffin, und zwar in der Menge von 2,6 pro Mille.

[1]) Mitscherlich, Lehrbuch der Chemie, Berlin 1844. Bd. I. p. 435.

[2]) Ziureck erhielt (1862) aus amerikanischem Erdöl höchstens gegen 2 Proc. Paraffin.

[3]) C. Müller (1857) fand in

roher Naphta aus Galizien	2,75 Proc.	Paraffin
„ „ „ Siebenbürgen	6,10 „	„

Irawadi in Birma gegrabenen Brunnen gewinnt, auf folgende Weise verarbeitet. Das rohe Erdöl wird zunächst destillirt, indem man durch dasselbe in einer Destillirblase, welche auch von außen erhitzt werden kann, Wasserdampf von 100° leitet. Hierbei gehen ungefähr 25 Proc. vom Gewicht der Substanz über, welche durch fractionirte Destillation in verschiedene Kohlenwasserstoffe, deren Dichte von 0,62 bis 0,86 und deren Siedepunkt von 26,7 bis 200° C. variirt, zerlegt werden. Der leichteste dieser Kohlenwasserstoffe findet auf Anrathen des Dr. Snow unter dem Namen Sherwood-Oil als Anästheticum Anwendung, die schwersten Kohlenwasserstoffe werden als Solaröl verbrannt. Der Rückstand von der Destillation, gegen 75 Proc. vom Gewicht des ursprünglich angewendeten Theeres betragend, wird in einer eisernen Blase einer zweiten Destillation unterworfen, wobei man Wasserdampf von 150 bis 300° C. anwendet. Die Producte verschiedener Flüchtigkeit werden getrennt aufgefangen. Die zuletzt übergehenden Portionen enthalten hauptsächlich Paraffin, welches man durch Abkühlung sich möglichst daraus ausscheiden läßt und dann absondert. Die schweren flüchtigen Oele werden als Schmieröl verwendet. Das gereinigte Paraffin führt, wie schon oben bemerkt, den Namen Belmontin.

b) Aus dem Ozokerit und Neft-gil wird so viel bekannt, nur auf der Insel Swätoi-Ostrow im caspischen Meere, etwa eine Werst von der Halbinsel Apscheron am Kaukasus entfernt, Paraffin fabricirt[1]). Das Material, das Neft-gil, wird aus Truchmenien per Schiff nach der Insel transportirt. Fr. Roßmäßler verarbeitete in der erwähnten Fabrik den Neft-gil auf folgende Weise: In eisernen Destillirblasen mit bleiernen Schlangen und Kühlfässern wurde das Rohmaterial in der Menge von 15 Ctr. auf eine Füllung der fractionirten Destillation unterworfen. Es wurden 68 Proc. Destillat erhalten (8 Proc. Oel und 60 Proc. Paraffinmasse). Das Oel diente zur Darstellung von Photogen. Es war gelb, opalisirte und roch nur sehr wenig und zwar angenehm ätherisch und hatte ein specifisches Gewicht von 0,750 bis 0,810. Von jeder Blase wurden die

---

[1]) Nach einer Untersuchung von Petersen (1861) liefert das braune wachsweiche Erdharz, das bei 79° schmilzt und 0,903 spec. Gewicht hat, bei der trocknen Destillation:

Paraffin	81,82
Gas	13,82
Rückstand	4,36
	100,00

(Vergl. Wagners Jahresbericht 1861 p. 668.)

ersten 4 oder 5 Eimer besonders aufbewahrt, um das leichte fast geruchlose und unter 100° C. siedende Oel zur Paraffinreinigung zu verwenden.

Das bei der ersten Destillation des Rohmaterials erhaltene Paraffin war ein durchaus anderes Product als das aus dem Braunkohlentheer resultirende deutsche Paraffin, denn es war wachsgelb und erstarrte schon an den Wänden des Eimers, so lange er noch voll lief; zu Ende der Destillation war das rohe Paraffin ziemlich stark brenzlich riechend und von rothbrauner Farbe. Es läßt sich hieraus leicht ersehen, daß dieses Rohparaffin, da es so rasch erstarrte, und nur in der Mitte des vollen Bassins Krystalle bilden konnte, sich für die Bearbeitung in den Centrifugen nicht gut eignete. Der größte Theil des erstarrten rohen, aus den Bassins ausgestochenen Paraffins wurde sogleich in der hydraulischen Presse ausgepreßt, wobei man die Presse anfangs sehr langsam arbeiten und öfters eine kurze Zeit stehen ließ, um keinen großen Verlust durch das Durchpressen der kleinen Paraffinkrystallchen durch die Preßtücher zu erhalten. Das von den Centrifugen und Pressen ablaufende Oel wurde erst noch einmal der fractionirten Destillation unterworfen, um das in demselben enthaltene Paraffin zu trennen, und dann eben so behandelt, wie oben angegeben ist. Die Preßkuchen wurden geschmolzen und mit 5 Proc. Schwefelsäure behandelt, bis die Säure ausgewirkt hatte, was bei 170 bis 180° C. der Fall war. Die Säure wurde in den Kesseln mit Kalk abgestumpft und das Paraffin auf die Destillationsblase gefüllt und so rasch wie möglich destillirt, weil der bei langsamem Feuer entstehende, große Verlust, durch Verwandlung eines großen Theils Paraffin in Oel, vermieden werden mußte. Das auf diese Weise behandelte, destillirte Paraffin wurde in der Größe der Preßsäcke der liegenden hydraulischen Pressen entsprechende Tafeln gegossen und abgepreßt; die Preßkuchen wurden mit 25 Proc. des vorher erwähnten leichten Oeles verschmolzen, wieder gegossen und zum zweiten Male gepreßt. Die so erhaltenen, vollständig weißen, durchsichtigen und harten Preßkuchen ließ der Verfasser in den doppelwandigen, mit Dampf zu erwärmenden, innen abgedrehten Kesseln schmelzen, in die Abblasecylinder füllen, und eine Stunde lang gespannte Wasserdämpfe durchgehen, um den letzten, vom Abpressen mit Oel dem Paraffin anhaftenden Geruch zu verjagen. Das aus den Cylindern abgelassene, wasserhelle, farb- und geruchlose Paraffin wurde zwei Mal mit Wasser und etwas Lauge durch Kochen ausgewaschen und dann auf die bekannte Weise mit Stearinseife ausgeseift, um die letzten mechanisch anhaftenden Verunreinigungen zu entfernen, und in Tafeln gegossen.

Das nach dieser Methode aus Ozokerit dargestellte Paraffin war vollständig farb- und geruchlos, hell durchscheinend, hatte in großen Tafeln fast

metallischen Klang und schmolz bei 63° C. Hervorzuheben ist noch die große Sprödigkeit dieses Körpers, welche Eigenschaft bei der Kerzengießerei große Schwierigkeiten verursachte. Wurden die vollgegossenen Kerzenformen nicht auf die gehörige Weise gekühlt, so bekamen die Kerzen Sprünge, die oft mehrere Linien tief, ja zuweilen bis zum Docht gingen. Nach vielen Versuchen gelang es endlich, den nöthigen Wärmegrad für das zu gießende Paraffin und die Kerzenform, so wie auch die Dauer der Abkühlung durch Wasser zu finden, wodurch die Eigenschaft des Paraffins, zu reißen, beseitigt wurde. Von der außerordentlichen Ergiebigkeit des Rohmaterials giebt folgendes Zahlenverhältniß hinreichend Zeugniß. Nachdem Roßmäßler, ehe er die Paraffinreinigung anfing, etwa zwei Monate destillirt hatte, lieferten die Pressen soviel Preßkuchen, daß er vom 12. bis 19. September 3690 Pud (gleich 148½ Ctr.) einmal gepreßtes Paraffin zur Behandlung mit Säure erhielt.

§. 159.

II. Die Darstellung des Paraffins durch trockne Destillation des Torfes, der Braunkohle, der Bogheadkohle zc. zerfällt in zwei Hauptarbeiten, nämlich

1) in die Bereitung des Theeres,
2) in die Verarbeitung des Theeres auf Photogen, Solaröl und Paraffin.

Es ist hier zu bemerken, daß der Steinkohlentheer, der in so großer Menge in den Kohlengasfabriken abfällt, wie schon S. 248 gesagt worden ist, kein Paraffin, sondern nur Naphtalin enthält.

1) Was die Bereitung des Theeres betrifft, so gehört dieselbe zu den wichtigsten und schwierigsten Arbeiten der Paraffin- und Solarölindustrie. Bei vielen auf die Verarbeitung fossiler Brennstoffe auf Leuchtmaterialien basirten Unternehmungen, welche Ausgangs der 50er Jahre entstanden und eben so schnell als sie auftauchten, wieder verschwanden, lag die Ursache des Scheiterns lediglich in der unvortheilhaftesten Theererzeugung. Vohl sagt mit Recht, die meisten der Dirigenten von Paraffin- und Solarölfabriken huldigen der Ansicht, die Theererzeugung sei ein Proceß, dessen Kenntniß sich von selbst verstehe und überhaupt keine Schwierigkeiten darbieten könne, und doch haben nur wenige einen oberflächlichen Begriff von den bei der trocknen Destillation stattfindenden Vorgängen, von dem mächtigen Einfluß der Temperatur auf die sich bildenden Producte, von der richtigen Kühlung, resp. Condensation.

Die Theerbereitung geht in Theerschwelöfen oder in Retorten vor sich. Die Gewinnung des Theeres in den Schwelöfen ist die älteste und roheste Methode und ist meist nur Nebensache. Das Princip des Schwelofens ist einfach. Man beabsichtigt durch eine untere brennende Schicht von fossilem Brennstoff, daß die darüber befindlichen Schichten der trocknen Destillation unterworfen werden, wobei sie unter Bildung von Theer und gasförmigen Producten verkohlen. Der nach unten abfließende und an den Wandungen der Thonlage, womit der zu schwelende Brennstoff bedeckt ist, sich verdichtende Theer sammelt sich in einer Rinne an und wird dort aufgefangen, während die gasigen Producte verloren gehen. Obgleich nun die Schwelöfen den Vortheil darbieten, daß der Betrieb continuirlich stattfinden kann, so haben doch die Erfahrungen des verwichenen Jahrzehends gezeigt, daß das Theerschwelen der bituminösen Brennstoffe mit großen Schwierigkeiten verknüpft und zum Zweck der Bereitung eines Theeres als Material zur weitern Verarbeitung auf Paraffin und Photogen unpraktisch ist, selbst wenn man den Schwelofen in Gestalt eines kleinen Schachtofens construirt und mit Ventilatoren zum Aufsaugen der flüchtigen Producte der trocknen Destillation versieht. Ein im Jahre 1859 von L. Unger (technischer Dirigent einer Paraffinfabrik in Döllnitz bei Halle) construirter Theerschwelofen soll die Uebelstände, die mit dem Schwelen der fossilen Brennstoffe nach gewöhnlicher Art verknüpft sind, beseitigen, dabei die Vortheile einer billig herzustellenden Anlage mit größerer Productionsfähigkeit und geringerem Aufwande an Arbeitskräften und Brennmaterial in sich vereinigen, so wie die Leitung des Betriebes so vereinfachen, daß es weniger von der Einsicht und Sorgfalt der Arbeiter abhängt, einen guten Erfolg mit Sicherheit zu erzielen.

Die innere Einrichtung des Unger'schen Schwelofens ist so, daß das zu schwelende Material sich zwischen den Wandungen zweier concentrischen, etwas konisch zulaufenden Mäntel von Guß- und Schmiedeeisen befindet, welche nach Beschaffenheit desselben in größerem oder geringerem Abstande von einander aufgestellt sind. Als Basis dient ein Kreis starker gußeiserner Platten, mit welchen beide Mäntel dicht verschraubt werden, und eben solche bilden die Decke. In diesen sind die nöthigen Oeffnungen zum Füllen und Entleeren angebracht, welche durch gut passende Schieber geschlossen werden können. Der innere freie Raum dieses, die Retorten bildenden Cylinders enthält einen Centralrost, welcher von einem gut construirten Chamottesteingewölbe überdeckt wird, das an seinem ganzen, nach der Wandung des Cylinders gerichteten Umfange schachbrettartig durchbrochen ist, so daß die auf dem darunter befindlichen Feuerherd entwickelte Hitze ganz gleichmäßig nach den inneren Wandungen des Cylinders ausgestrahlt werden muß, und zwar so,

daß hauptsächlich der untere Theil desselben am stärksten erhitzt wird. Das Chamottesteingewölbe setzt sich in etwas größerem Abstande kegelförmig bis ziemlich zu der vollen Höhe des Cylinders fort, so daß zwischen demselben und der den Ofen überwölbenden Kuppel, in deren Mitte sich der aus Eisenblech construirte Schornstein befindet, nur der nöthige Raum zum Abzuge der Feuerluft bleibt.

Der von beiden Mänteln gebildete doppelte Cylinder wird im Innern durch acht verticale Scheidewände in acht gleiche Abtheilungen, welche acht stehende Retorten repräsentiren, getheilt, in deren jeder sich zwei in verschiedener Höhe angebrachte Abzugsrohre befinden. Die Abführung der entwickelten Gase, Theer- und Wasserdämpfe wird außerdem durch zwei an der Rückwand angebrachte geradeaufsteigende und unmittelbar unter dem Abzugsrohr ausmündende Röhren, welche wiederum mit schräglaufenden, dachtraufartig vorstehenden Blechrippen verbunden sind, so daß sie die aus den darüber herabgleitenden Kohlen entwickelten Dämpfe aufnehmen und dem geradaufstehenden Rohre zuführen, vermittelt. Durch diese, sowie sonst entsprechende Vorrichtungen wird vollständig verhindert, daß Kohlen oder aufsteigender Kohlenstaub in die Abzugsrohre geführt werden, was um so weniger der Fall sein wird, wenn man erdige Braunkohle abschwelt, da bei deren Verwendung ein continuirlicher Betrieb stattfinden kann, indem dann das in einem über den Mündungen der Retorten angebrachten Füllträchter befindliche Material zugleich einen hinreichenden Verschluß bildet und fortwährend von selbst in dem Maße nachsinkt, als das abschwelende Material sich setzt und die enttheerten Kokes unten abgelassen werden. Um beim Entleeren den Zutritt der atmosphärischen Luft vollständig zu vermeiden, ist eine hierzu geeignete Vorrichtung angebracht, durch welche zugleich diese Arbeit ganz sicher und gefahrlos für den Arbeiter, sowie leicht ausgeführt werden kann. Die abgeschwelten Kokes fallen auf einen Vorherd, von welchem sie, wenn sie zur Feuerung geeignet sind, sogleich nach dem Rost gestoßen oder im entgegengesetzten Falle nach außen gezogen werden können.

Um den Gang des Ofens stets genau controliren zu können, wird ein Beobachtungsrohr, dessen Mündung bis an die Wand des inneren Cylinders reicht, angebracht, so daß der Arbeiter stets beurtheilen kann, ob der richtige Punkt der Rothglühhitze im Innern des Cylinders vorhanden ist. Ziemlich am Fuß der Retorte ist behufs der Einführung wenig gespannter Wasserdämpfe ein Dampfzuführungsrohr angebracht, was hier um so zweckmäßiger erscheint, als die eingeführten Dämpfe die schon größtentheils enttheerten Kokes ihrer ganzen Höhe nach durchstreichen können und zur Entwickelung der letzten Theerantheile wesentlich beitragen, wodurch gleichzeitig eine Zer-

setzung der paraffinreicheren Producte in leichtere Oele und permanente Gase vermieden wird, da zu deren vollständigen Gewinnung es nicht der Anwendung eines so hohen Hitzegrades bedarf. Wo bei den liegenden Retorten diese Vorrichtung angebracht ist, wird sie von um so geringerem Erfolg sein, als sie eigentlich nur dazu dienen kann, die bereits entwickelten Theerdämpfe rascher und vollständiger fortzuschaffen, indem der Dampf bei der geringen Höhe der Kohlenlage nur einen kleinen, ja den kleinsten Theil derselben zu durchstreichen im Stande ist.

Da bei Verarbeitung von Braunkohlen der lichte Raum zwischen den Wandungen des Cylinders 6 Zoll, dagegen die mittlere Breite jeder Abtheilung 3 Fuß 6 Zoll und die Höhe desselben 16 Fuß beträgt, so hat jede Abtheilung einen Inhalt von circa 28 Cubikfuß, der sich nach Abrechnung der nicht füllbaren Räume auf circa 25 Cubikfuß reducirt, und ist demnach der ganze Ofen bei continuirlichem Betriebe stets mit 24 bis 26 Tonnen Kohle gefüllt; wird daher der Betrieb gut geleitet und regelmäßig im Gange erhalten, so können in einem Ofen täglich mindestens 80 bis 100 Tonnen Kohle abgeschwelt werden, da nicht nur ein rascheres, sondern auch gleichmäßigeres Abschwelen stattfindet, indem eine möglichst große Heizfläche dargeboten ist, was auch durch Versuche mit einzeln stehenden cylindrischen Retorten, die nach ganz ähnlichem Princip construirt wurden, hinreichend ermittelt ist. Es werden auch mehr und bessere Producte erzielt werden, indem die Bildung permanenter Gase dadurch wesentlich vermindert wird, daß die Theerdämpfe nicht mit leeren und deshalb überhitzten Flächen in Berührung kommen können, weil dieselben stets nach der von dem Feuer nicht berührten Rückwand abgeführt werden. Ein vollständiges Abschwelen wird auch um so mehr stattfinden, als die bereits beschriebene Vorrichtung zum Auffangen und Abführen der Dämpfe zugleich den Zweck erfüllt, das herabsinkende Material zu wenden und der inneren vom Feuer erhitzten Fläche zuzuführen.

§. 160.

Die Retorten, namentlich die horizontalen Retorten werden ebenfalls häufig zur Theerbereitung benutzt und sind namentlich von Vohl auf das wärmste empfohlen und allen anderen Theerbereitungsapparaten vorgezogen worden. Die Erfahrung hat jedoch gelehrt, daß die Anlage von Retortenöfen, in denen, wie bei der Fabrikation von Leuchtgas, welche ja auf ganz entgegengesetzten Principien beruht, eine größere Anzahl von Retorten z. B. vier oder acht, über einem Feuer liegen, selbst bei sorgfältig geleiteter Operation ungünstige Resultate liefert. Am zweckmäßigsten erscheint es,

für jede Retorte eine besondere Feuerung anzulegen, besonders dann, wenn man sich der von Hübner und Unger vorgeschlagenen großen eisernen Retorten von 10 Fuß Länge, 30 Zoll Breite und 15 Zoll Höhe bedient, welche im Durchschnitte ein flaches Oval bilden, da diese Form dem nachtheiligen Einflusse ungleichmäßiger Spannung am besten widersteht. Bei Anwendung einer besonderen Feuerung für jede Retorte sucht man durch Unterstützung mittelst einer in der Mitte der Retorte unter derselben der ganzen Länge nach hinlaufenden Zunge von Charmottesteinen, welche auf dem über der Feuerung angebrachten schachbrettartig durchbrochenen Gewölbe, sowol ein Senken der Retorte als auch ein Ausbauchen derselben an einzelnen Stellen, sowie eine Berührung der oberen Wandung mit dem Feuer und eine dadurch bedingte nachtheilige Ueberhitzung durch Uebermauern, zu vermeiden. Verwendet man jedoch Retorten von geringeren Dimensionen als den oben angegebenen, so lassen sich auch zwei Retorten über einer Feuerung anbringen; beim Einlegen einer größern Anzahl vermehren sich die Schwierigkeiten im Betriebe sowohl, als auch im Schutz derselben vor Ueberhitzung und schnellerer Abnutzung, während andererseits keine Brennstoffersparniß erzielt wird, wenn auch durch Raumersparniß einiger Vortheil gewährt werden dürfte.

Wenn nun auch nach dem gegenwärtigen Stande der Theerbereitungsfrage die horizontalen Retorten den verticalen, so wie jeder anderen Construction vorzuziehen sind, weil darin die Theerdämpfe am ehesten Gelegenheit haben, aus der Retorte zu entweichen, wodurch die Möglichkeit der Zersetzung der Dämpfe in gasige Producte auf ein Minimum reducirt wird, so ist doch die Destillation in solchen Retorten mit wesentlichen Nachtheilen verbunden. Dieselben bestehen darin, daß man nur einen geringen Theil des Retorteninhaltes nutzbringend verwenden kann, wodurch sowohl Verlust an Material als auch an Product entsteht, da namentlich die zur Theerfabrikation besonders geeignete erdige Braunkohle höchstens in einer 12 — 15 Centimeter hohen Schicht eingetragen werden darf, indem sie sonst entweder nicht gehörig durchschwelt, oder sich andererseits große Mengen gasiger Producte bilden; ein anderer Uebelstand besteht darin, daß die gleichmäßige Vertheilung des Materials große Sorgfalt und Uebung erfordert, die Beobachtung des Ganges der Operation und des Zeitpunktes der Beendigung derselben mit Schwierigkeiten verknüpft ist. Die Retorten erfordern ferner zur Bedienung einen großen Aufwand von Arbeitskraft, wobei die Productionsfähigkeit immerhin im Verhältniß zum verwendeten Anlage- und Betriebscapital häufig eine nur geringe ist, da die Retorten nach Verhältniß ihrer Größe und der Beschaffenheit des zu verarbeitenden Materiales nur mit $^1/_4$, $^1/_2$ bis höchstens

$1^1/_2$ Tonnen Kohlen oder anderer bituminösen Fossilien beschickt werden können [1]).

Da die horizontalen Retorten an vielen Orten den Erwartungen nicht entsprachen, so war man längst schon auf die Benutzung anderer Einrichtungen bedacht, namentlich der verticalen Retorten, so wendete z. B. schon Selligue einen Ofen mit sechs verticalen Cylindern zur Destillation der bituminösen Schiefer an, später construirte de la Haye einen Ofen von ähnlicher Einrichtung, welcher sich jedoch, nach der Angabe von Vohl eben so wenig bewährte, als dies mit den von Bellford, Grane und andern construirten sogenannten Schachtöfen der Fall war, welche letztere insbesondere den Uebelstand haben, daß die Destillation unter theilweiser Verbrennung der Destillationsproducte und unter Luftzutritt stattfindet, was um so größere Nachtheile verursacht, als dadurch nicht nur die Ausbeute verringert, sondern auch ein schlechteres Product erzielt wird, indem unter Mitwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes Carbolsäure (Torfkreosot) und ähnliche Körper sich bilden, die nicht nur einen untergeordneten Handelswerth haben, sondern auch die Reinigung der Hauptproducte wesentlich erschweren und einen größeren Aufwand hierzu zu verwendender Chemikalien nöthig machen. Die verticalen Retorten, welche von oben bis unten mit mehreren horizontalen Ausmündungen zum Abzug der Dämpfe versehen sind, haben den Nachtheil, daß, weil dieselben von oben gefüllt und von unten entleert werden, sich durch die Reibung der verkohlten Materialien viel Kohlenstaub bildet, welcher sich in den mit Theer überzogenen Abzugsröhren absetzt und diese verstopft; auch verunreinigt der Staub den Theer, welcher bis zu 10 Proc. Kohlenpulver enthält.

In neuerer Zeit ist zuerst in Böhmen und später auch anderwärts ein ganz aus Charmotte- oder gut gebrannten Backsteinen construirter, einem flachgewölbten Backofen ähnlicher Ofen mit ziemlich günstigem Erfolge angewendet worden, derselbe hat jedoch in Folge seiner Form mit den horizontalen Retorten mehrfache Nachtheile gemein, und kann, einmal außer Betrieb gekommen, ohne vorherigen Umbau nicht wieder in Gang gebracht werden, da eine Reparatur nur sehr schwierig zu bewirken ist, wenn er auch andererseits den Vortheil einer billigen Anlage bietet.

Die Beobachtung Vohl's, daß ein Wassergehalt von 20—25 Proc. in dem auf Theer zu verarbeitenden Material die Theerausbeute merklich fördere und zwar, wie es scheint dadurch, daß die überhitzten Wasserdämpfe einer

---

[1]) Die verschiedenen Arten der zur Theerbereitung geeigneten Retorten sind abgebildet in Oppler, Handbuch der Fabrikation mineralischer Oele; Berlin 1862 p. 65—75.

Ueberhitzung des Materiales, wodurch ein Theil des Theeres in gasige Producte übergeführt werden würde, vorbeugen, und ferner die Wasserdämpfe die Destillationsproducte möglichst schnell aus dem zersetzenden Bereiche der Retorte oder des Schwelapparates entfernen, mag die Veranlassung zur Construction des Lavender'schen Theerbereitungsapparates gegeben haben, welcher im Principe mit dem von Violette (vergl. Bd. I. pag. 657) construirten Holzverkohlungsapparate übereinstimmt. Der Apparat Lavender's ist ein horizontaler eiserner Cylinder, an seiner unteren Seite mit Oeffnungen versehen, durch welche überhitzter Wasserdampf eintritt; am oberen Ende des Cylinders befindet sich ein Abzugsrohr für die Destillationsproducte.

§. 161.

Die Kühlung oder Condensation der Destillationsproducte ist von größter Wichtigkeit für die Theerausbeute. Vohl hat neuerdings gezeigt, daß selbst bei mangelhafter Construction der Retorten bei vortheilhafter Kühlung eine ziemlich günstige Theerausbeute möglich ist.

Die vollständige Verdichtung der Theerdämpfe ist eine der schwierigsten Aufgaben der Paraffin- und Mineralölfabrikation und die gewöhnlich zur Condensation angewendeten Mittel wie starke Kühlung, große Condensationsflächen, Luft- und Erdkühlung, Einspritzen von kaltem Wasser u. dgl. haben sich im Allgemeinen ungenügend erwiesen und große Verluste an Dämpfen nicht zu verhindern vermocht. Gewöhnlich war von Seiten derjenigen, welche die Fabrik leiteten, keine richtige Einsicht in das Wesen der trocknen Destillation vorhanden: man wollte die Theerdämpfe condensiren, eben so wie sich Wasser- und Alkoholdämpfe condensiren lassen. Betrachtet man aber einerseits die Destillation von Flüssigkeiten, andererseits die trockne Destillation genauer, so findet man zwischen beiden einen wesentlichen Unterschied. Während des Siedens der Flüssigkeiten, wie z. B. beim Abdestilliren des Alkohols aus der weingaren Maische (vergl. Bd. III. p. 591) verdrängen die sich bildenden Dämpfe nach und nach die in der Blase und in dem Kühlapparate enthaltene Luft und erfüllen endlich den ganzen Raum. Sobald die Dämpfe mit den kalt gehaltenen Flächen der Kühlapparate in Berührung kommen, schlagen sie sich nieder und machen, indem der durch die Condensation entstandene leere Raum saugend wirkt, anderen eben solchen Dämpfen Platz, welche ebenfalls sogleich in den flüssigen Zustand übergehen. Findet hinreichende Kühlung statt, so wird der Verlust, wie die Spiritusfabriken lehren, auf das Minimum reducirt sein, denn auch das letzte Dampfbläschen kann der Condensation nicht entgehen.

Bei der trocknen Destillation ist der Verlauf dagegen ein ganz anderer. Mit den Dämpfen bilden sich zugleich Gase in reichlicher Menge. Gelangt nun das Gemisch von Gasen und Dämpfen in den Kühlapparat, so schlagen sich die Dampftheilchen, welche unmittelbar mit den Wänden der Kühlvorrichtung in Berührung kommen, nieder und werden durch eine Schicht von Gasen ersetzt, welche die übrige Dampfmasse einhüllt, und als schlechter Wärmeleiter die fernere Einwirkung des Condensators verhindert. So kann in der Mitte der Kühlröhren ein Dampfstrom, welchem permanente Gase beigemengt sind, trotz starker Abkühlung, unverändert weiter gehen, und daraus erklärt sich auch, wie bei ungenügender Condensation aus dem Condensator Oel- und Paraffintheilchen in Gestalt eines dicken Nebels entweichen, die sich an einem davor gehaltenen Wergballen als gelbe schmierige Massen absetzen. Zu einer genügenden Verdichtung der Theerdämpfe gehört mithin, daß alle Theilchen derselben mit den Condensationsflächen in Berührung kommen, und diese brauchen weder groß zu sein, noch bedürfen sie einer starken Abkühlung, denn bekanntlich ist die latente Wärme der Theerdämpfe eine sehr geringe, und eine mäßige Temperaturerniedrigung hinreichend, um sie in flüssigen Zustand überzuführen. Das Gemisch von Dämpfen und Gasen kann mit einer Emulsion verglichen werden, und gleichwie man die Fetttheilchen durch rasches Durcheinanderschlagen von der Buttermilch trennt, kann die Ausscheidung der Dämpfe durch Anwendung von Exhaustoren in Form von Flügelventilatoren wesentlich befördert werden. Man muß bei der Condensation der Theerdämpfe also hauptsächlich bedacht sein, daß die Dampfmoleküle ihre Lage beständig ändern und mit den Wandungen des Kühlers unmittelbar in Berührung gerathen. Leitungen, bei denen die Dämpfe in gerader, ununterbrochener Richtung fortströmen, sind somit zu vermeiden.

Nach diesem Grundsatze wurde von W. Schmidt ein Condensator construirt, der gute Dienste leistete. Er bestand aus einem Kasten von Weißblech, 1 Meter lang, 0,2 Meter breit und 0,3 Meter hoch, in welchem gegen 30 Scheidewände, etwa 0,03 Meter von einander entfernt, angebracht waren. Diese Scheidewände waren an den oberen Boden und die eine Seitenwand des Kühlers gelöthet, während sie von der gegenüberliegenden Seitenwand um 0,01 Meter abstanden, so daß seitwärts hohe, schmale Spalten für den Durchgang der Dämpfe übrig blieben. Diese Spalten befanden sich abwechselnd an der einen und der anderen Seitenwand, so daß die Theerdämpfe gezwungen waren, ihre Lage fortwährend zu ändern, und sich in Schlangenwindungen fortzubewegen, indem eine hohe, aber schmale Dampfschicht mit den Wandungen des Kühlers in Berührung kam. Die untere Seite des Condensators war offen. Er stand in einem zweiten Blechkasten,

an dessen unterem Ende ein Hahn zum Ablassen des Theers und Theerwassers angebracht war. In diesem Kasten wurde vor Beginn der Destillation ein bestimmtes Quantum Wasser, behufs des Abschlusses, gegossen, das nachher bei Bestimmung des Theerwassers in Rechnung gezogen wurde. Auf dem Boden oben hatte der Condensator einen Rand. Man ließ Kühlwasser darauf fließen und entfernte das erwärmte Wasser mittelst eines Heberohrs. Uebrigens war diese Abkühlung nur zu Anfang der Destillation, so lange sich Wasserdämpfe ausschieden, nothwendig. Sobald die Entwickelung der Theerdämpfe beginnt, wird jede weitere Abkühlung überflüssig. Am Ausgange des Condensators war ein Gasrohr angebracht, und die herausströmenden Gase wurden verbrannt. Die Gasflamme bestimmte den Gang und das Ende der Operation. Die Theerdämpfe verdichteten sich meist schon in der ersten Hälfte des Kühlers; Wasser und Theer flossen längst den Scheidewänden in den untern Kasten, von wo man sie nach Beendigung der Destillation ablassen konnte. Die Condensation war im Allgemeinen eine vollkommene, nur gegen das Ende hin waren an der Ausmündung des Gasrohres Spuren flüchtiger Dämpfe zu bemerken, die, wenn man als Material Torf anwendete, nach Knoblauch rochen.

Andere Condensatoren sind von H. Vohl, Heß und dem um das Aufblühen der deutschen Paraffin- und Solarölindustrie hoch verdienten Hübner construirt worden[1]). Häufig hat man auch mit Erfolg den Vorschlag gemacht, die flüchtigen Producte der trocknen Destillation, nachdem sie die Kühlvorrichtung verlassen haben, noch durch Fässer oder Blechkästen gehen zu lassen, welche mit Sägespänen, Hobelspänen, ausgelaugter Lohe, Moos, Werg u. dergl. gefüllt sind, damit die Dämpfe eine Art Filtration erleiden und alles Paraffin und alles Mineralöl auf dem als Filter dienenden Material zurücklassen. Obgleich die Ausbeute an Theer hierdurch bis zu 10 Procent mehr betragen kann, so wird doch dieser Vortheil wieder compensirt durch Zunahme des Druckes und durch geringere Qualität der Producte.

Aus den vorstehenden Betrachtungen folgt zur Genüge, wie sehr auf die Ausbeute an Theer und dessen Gehalt an Paraffin und Mineralöl die Temperatur von Einfluß ist, ferner, wie schnell den entstandenen Gasen und Dämpfen durch zweckmäßige Kühlvorrichtung der Abzug gestattet wurde. Wie groß der Einfluß der Form und der Art des Destillirgefäßes auf die Ausbeute an Theer ist, zeigte 1859 H. Vohl durch vergleichende Destilla-

---

[1]) Vergl. Oppler, Handbuch der Fabrikation mineralischer Oele, Berlin 1862 p. 90—93 und Dullo, Wagners Jahresbericht 1861 p. 661.

tionen von französischem und schottischem Torf in horizontalen, in verticalen Retorten und in Schwelöfen. Nr. I. sind die Ergebnisse der Horizontalretorte, Nr. II. die der Verticalretorte, Nr. III. die der Schwelöfen. 100 Th. Torf ergaben an Theer

	I.	II.	III.
französischer Torf	5,59	4,67	2,69
schottischer Torf	9,08	6,39	4,16

Der Theer, in den verschiedenen Apparaten erzeugt, hatte folgende specifische Gewichte:

	I.	II.	III.
französischer Torf	0,920	0,970	1,006
schottischer Torf	0,935	0,970	1,037

Aus diesen Resultaten ist ersichtlich, daß die Horizontalretorte die größte und der Schwelofen die geringste Ausbeute liefert. In der Horizontalretorte ist ferner die Destillationszeit die kürzeste und die Gasmenge die geringste. Beim Schwelofen werden Theer und kohliger Rückstand durch eine zu große Sauerstoffzufuhr verbrannt.

§. 162.

Der Theer, so wie er durch trockne Destillation des Torfes, der Braunkohle, des Blätterschiefers, der Bogheadkohle und ähnlichen Rohmaterialien gewonnen wird, ist von kaffeebrauner Farbe, besitzt meist eine alkalische, in wenigen Fällen eine saure Reaction und zeichnet sich durch den durchdringenden und charakteristischen Theergeruch aus. Durch längeres Verweilen an der Luft geht die hellbraune Farbe des Theeres durch Sauerstoffaufnahme in eine dunkelbraune, ja zuweilen fast schwarzbraune, über. Bei 9 bis 6° erstarrt er häufig durch seinen Paraffingehalt zu einer butterähnlichen Masse. Er schwimmt auf dem Wasser und hat ein specifisches Gewicht von 0,85 — 0,93.

Ueber die Ausbeute an Theer, den die verschiedenen Rohmaterialien geben, sind in den letzten acht Jahren (seit 1855) unzählige Versuche angestellt worden. Beispielsweise seien folgende angeführt. 100 Theile Rohmaterial [1]) gaben

---

[1]) O. Krieg, welchem wir eine gründliche Untersuchung der Braunkohlen Böhmens verdanken, erhielt aus 100 Th. derselben 5 — 11 Proc. Theer.

		Theer.	Spec. Gewicht.	Rohes Paraffin.
Blätterschiefer I.	(Siebengebirge)	20	0,880	0,75 Proc.
„ II.	„	15	0,880	0,50 „
„ III.	„	11	0,880	0,50 „
„	(Hessen)	25	0,880	1,0 „
„	(Rheinprovinz)	11	0,880	0,5 „
„	(Bonn)	4	0,930	0,25 „
Braunkohlen	(Provinz Sachsen)	7	0,910	0,50 „
„	(Sachsen)	10	0,920	0,75 „
„	„	6	0,915	0,50 „
„	„	5	0,910	0,25 „
„	„	6	0,910	0,33 „
„	„	9,5	0,920	1,00 „
„	„	6,4	0,910	0,50 „
„	„	4,0	0,910	0,33 „
„	„	9,5	0,920	0,66 „
„	(Thüringen)	5	0,918	0,75 „
„	„	5	0,920	0,25 „
„	(Neuwied)	5,5	0,920	0,50 „
„	(Böhmen)	11	0,860	—
„	(Westerwald)	5,5	0,910	—
„	„	3,5	0,910	—
„	(Nassau)	4	0,910	—
„	„	3	0,910	—
„	(Frankfurt)	9	0,890	—
Lignit	(Schlesien)	3	0,890	0,25 Proc.
Liasschiefer	(Vendée)	14	0,870	1,0 „
„	(Westphalen)	5	.0,920	0,05 „
Posidonienschiefer	(Württemberg)	9,63	0,975	0,124 „
Torf	(Neumark)	5	0,910	0,33 „
„	(Hannover)	9	0,920	0,33 „
„	(Erzgebirge)	5,7	0,902	0,35 „
„	„	5,3	0,905	0,40 „
„	(Rußland)	5,86	—	—
„	„	7,00	—	—
Boghead-Kohle	(Schottland)	33	0,860	1,0—1,4 Proc.
Cannel-Kohle	„	—	—	1,0—1,3 „
Peltonmain-Kohle	„	—	—	1,0 „
Grove-Kohle	„	9	0,910	1,0—1,25 „
Weiße Kohle	(Australien)	17	0,870	1,0 „

§. 163.

2) Die Verarbeitung des Theeres beginnt mit der Entwässerung desselben. Zu dem Ende wird der Theer aus dem Theerbassin mittelst Pumpen in die Entwässerungsapparate (Decantirständer) ge-

pumpt. Diese Apparate bestehen aus großen Kästen von Kesselblech und sind in einem Abstande von 3 Zoll mit gleichen Mänteln umgeben. In dem Zwischenraum befindet sich Wasser, welches durch Dämpfe zehn Stunden lang auf einer Temperatur von 60 — 80° gehalten wird. Nach dieser Zeit hat sich das Ammoniakwasser, welches ungefähr $^1/_3$ des ganzen Rohtheeres ausmachte, sowie ein großer Theil der Unreinigkeiten, die aus Kohlenstaub bestehen, von dem Theer abgeschieden. Die geringe Menge Wasser, welche dann noch in dem Theer geblieben ist, übt auf die nun folgende Destillation keinen nachtheiligen Einfluß mehr aus. Der Entwässerungskasten ist mit zwei Hähnen versehen, von welchen einer dicht am oberen Boden, der andere einen Fuß höher angebracht ist. Mittelst des unteren Hahnes zapft man das Ammoniakwasser ab, mittelst des oberen Hahnes erhält man den entwässerten Theer.

Leichte Theere von geringem specifischem Gewichte lassen sich schnell und in kurzer Zeit entwässern, schwere Theere, deren specifisches Gewicht das des Ammoniakwassers fast erreicht, bereiten begreiflicherweise der Trennung große Schwierigkeiten. Nach der Angabe von H. Vohl (1857) hat man, wenn es sich um die Entwässerung sehr schwerer Theersorten handelt, den Unterschied der specifischen Gewichte des Theeres und des Wassers dadurch zu vergrößern, daß man in dem Wasser Kochsalz, Glaubersalz, Chlorcalcium u. dgl. löst; dadurch werde die Entwässerung des Theeres, respective die Abscheidung des Wassers beschleunigt. Nach Dullo (1860), welcher zahlreiche Paraffinfabriken des In- und Auslandes besuchte, haben sich dagegen alle diese Mittel zur schnelleren und vollständigeren Abscheidung des Wassers aus dem Theer entweder als zu kostspielig oder als überflüssig nicht bewährt.

Auf die Entwässerung des Theeres ist große Sorgfalt zu verwenden, indem sonst die Destillation sehr bald durch Uebersteigen des Theeres unterbrochen wird; auch ist dieses Uebersteigen in der Regel die Veranlassung zu Feuersbrünsten in den Paraffin- und Mineralölfabriken.

Nach der von de la Haye vorgeschlagenen, aber gegenwärtig nicht mehr befolgten Methode, wird der entwässerte Theer in einen Bleiständer (Mischständer) gebracht, welcher mittelst eines am Boden befindlichen Schlangenrohres bis auf 60° erwärmt werden kann, und in demselben mit 5 — 6 Proc. Salpetersäure von 60° gemischt. Nachdem dies geschehen, setzt man unter fortgesetztem Umrühren 10 — 15 Proc. Schwefelsäure von 66° hinzu. Der so behandelte Theer der Ruhe überlassen setzt Harz in reichlicher Menge ab. Nach Entfernung der Säuren und des Harzes wird der Theer wiederholt mit warmem Wasser gewaschen und dann mit Kalkmilch bis zur alkalischen Reaction gemischt. Nach Entfernung der Kalkmilch und nochmaligem

Waschen mit Wasser wird der Theer mit Natronlauge behandelt und dann der Destillation unterworfen. Den Zusatz von Salpetersäure sucht de la Haye damit zu rechtfertigen, daß er sagt, es werden dadurch die geschwefelten Bestandtheile des Theeres oxydirt und das Kreosot verharzt und dadurch niedergeschlagen [1]). Es sei dahin gestellt, ob dies in der That der Fall ist, auf alle Fälle bilden sich aber durch die Einwirkung des Säuregemisches auf den Theer Nitroverbindungen, die den Siedepunkt der leichten Oele wesentlich erhöhen und dadurch die Destillation erschweren. Auch findet während der Destillation des mit Säure behandelten Theeres ein beständiges Zersetzen dieser Nitroverbindungen statt, wodurch eine erhebliche Menge Oel zerstört wird. Abgesehen von der nutzlosen, sogar schädlichen Einwirkung der Salpetersäure ist die Anwendung der Säure direct auf den Theer zu verwerfen, da dadurch ein großer Ueberschuß an Säure erfordert wird, indem die Verunreinigungen und der Asphalt viel Säure in Anspruch nehmen. Das Neutralisiren des mit dem Säuregemisch behandelten Theeres mit Kalkmilch giebt zur Bildung von Gyps Veranlassung, welcher mit dem Theer zu einer emulsionähnlichen Masse zusammentritt, die nur schwierig den Theer wieder abgiebt. Die gebrauchte Kalkmilch hat eine schöne goldgelbe Farbe und enthält Pikrinsäure.

§. 164.

Der entwässerte Theer wird der Destillation unterworfen. Dieß geschieht in Destillirblasen, welche gewöhnlich 20 Centner fassen. Sie sind meist von Gußeisen und nur selten findet man solche von Schmiedeeisen. Die ersteren verdienen der größeren Wohlfeilheit wegen den Vorzug, da der Boden der schmiedeeisernen Blasen ebenfalls bald durchbrennt. Vor dem zu schnellen Durchbrennen schützt man sich auf die Weise, daß man durch einen, zwischen dem Feuerraum und dem Boden der Blase aus feuerfesten Steinen gemauerten Bogen die Spitzflamme verhindert, den Boden der Blase zu treffen. Außerdem wendet man vortheilhaft eine aus zwei Theilen bestehende Blase an, deren unterer, den Boden bildender Theil an dem oberen angeschraubt und die Verbindungsstelle mit feuerfestem Thon verstrichen wird. Brennt hier auch der Boden durch, so braucht nur der untere Theil der Blase erneuert zu werden.

---

[1]) Daß der Theer in der That geschwefelte Bestandtheile enthält, die selbst in das Photogen, Schieferöl und dgl. übergehen können, ist von H. Vohl neuerdings (1863) gezeigt worden. Es können indessen auch Mineralöle, die von Hause aus schwefelfrei waren, erst während der Reinigung durch falsche Behandlung schwefelhaltig (SO_2-haltig) werden.

Die Destillirblasen sind mit sehr flachen Helmen und weiten Mündungen versehen. Die Dämpfe der verschiedenen Oele haben ein sehr hohes spec. Gewicht und können deshalb nur mit Mühe zu einer gewissen Höhe erhoben werden; auch ist die geringe Menge latenter Wärme, welche diese Dämpfe besitzen und weshalb sie sich so leicht condensiren und zurückfließen, eine störende Eigenschaft, weshalb man die Hüte der Destillationsblase mit einem schlechten Wärmeleiter, mit Sand oder Asche, bedecken muß. Ist der Theer gut entwässert, so geht die Destillation ruhig, ohne irgend eine Störung ihren Gang; enthält derselbe jedoch mechanisch eingemengte Wassertheilchen partikel, so findet ein starkes Aufschäumen und Uebersteigen der Theermasse statt. Der Theer beginnt scheinbar schon unter 100° C. zu sieden, doch ist dies nichts weiter, als ein Entweichen des sehr flüchtigen Schwefelammoniums und der Pyrrholbasen. Die im Anfang entweichenden Gase müssen durch geeignete Vorrichtungen aus dem Destillirhause entfernt werden. Sie bestehen zum größten Theile aus Pyrrhol und Schwefelammonium. Von der Gegenwart des Pyrrhol kann man sich leicht durch einen mit Salzsäure befeuchteten Fichtenspan überzeugen, der, mit diesen entweichenden Gasen in Berührung gebracht, sich purpurroth färbt.

Bei 100° C. beginnt erst die eigentliche Destillation. Im Anfang erhält man noch eine geringe Menge sehr starken Ammoniakwassers nebst leichten Oelen von 700. Nach einer kurzen Zeit liefert die Destillation kein Wasser mehr und das Oel läuft in einem ununterbrochenen starken Strahl in die Vorlage. Der Siedepunkt des Theers ist nicht constant und variirt alle 5 bis 10 Minuten; erst nachdem eine große Menge Oel abdestillirt ist und die Temperatur 200° C. überschritten hat, stellt sich der Siedepunkt in etwas fest und man erhält nun eine neue Portion Wasser gleichzeitig mit dem Oel. Dieses Auftreten von Wasser ist nicht das Ergebniß der Zersetzung von Oelen, sondern ist das chemischgebundene Wasser des Kreosots und der Phenylsäure, welches bei dieser Temperatur frei wird.

Wenn die Wasserentwickelung aufgehört hat, entsteht eine Pause in der Destillation und nur durch verstärktes Feuer kann man dieselbe wieder in Gang bringen. Die Oele, welche nun erhalten werden, erstarren beim Erkalten durch ihren Paraffingehalt und werden für sich aufgefangen. Man kann nun die Destillation bis zur Trockne fortsetzen, wobei man auf den Asphalt Verzicht leisten und die Destillirblase nach der vierten bis fünften Operation von dem Rückstande gereinigt werden muß, oder aber man nimmt Proben mit einem kleinen, eisernen Löffel und überzeugt sich von der Härte des Asphalts. Hat er die geeignete Härte, so läßt man das Feuer ausziehen, die Blase einige Stunden erkalten, und entleert dieselbe durch einen

am Boden des Kessels befindlichen Krahnen oder Stopfen. Wird die Blase bis zur Trockne getrieben, so erhält man zuletzt wieder Wasser, welches durch Zersetzung, resp. Oxydation entstanden ist. Eine Blase von 500 Liter Inhalt gebraucht 12 bis 14 Stunden Destillationszeit bis zur Trockne, und 8 bis 10 Stunden, wenn man den Asphalt gewinnen will.

Die Blase wird in den meisten Fabriken bis zur Trockne abgetrieben, da die großen Massen von Asphalt, die man sonst erhalten würde, nicht immer gut verwaltet werden können; auch läßt sich das Reinigen der Blase bequemer ausführen, da die kohlige Masse, die in der Blase zurückbleibt, mit Leichtigkeit von dem Boden abgelöst werden kann. Die Menge der Kohle variirt je nach der Natur des angewandten Rohmaterials; sie beträgt 5 bis 20 Proc.

§. 165.

Was die Condensation der bei der Destillation des Theeres übergehenden flüchtigen Producte betrifft, so verfährt man dabei nach Dullo, Hübner, Unger u. A. auf folgende Weise: Zwischen den Blasen und den Condensationsgefäßen ist eine massive Wand gezogen, durch welche die Helme der Blasen hindurchgehen. Man trifft in den neuern Fabriken nicht nur alles massive und gewölbte Räume, sondern auch alle erdenklichen Vorsichtsmaßregeln gegen Feuersgefahr. Die Condensationsapparate sind Bleischlangen, die sich in großen Holzfässern befinden, in welche letztern kaltes Wasser fließt. Wenn das Paraffin anfängt überzugehen, hemmt man den Zufluß des kalten Wassers, und läßt das Kühlwasser warm werden, damit das Paraffin die Schlange nicht verstopft. Man destillirt, wie bereits im vorigen Paragraphen angegeben, bis in der Blase reine Kohle übrig bleibt, und um die zuletzt in großer Menge auftretenden, sich durch die Zersetzung der Oele bei der sehr hohen Temperatur bildenden permanenten Gase nicht in den Arbeitsraum treten zu lassen, ist eine sinnreiche Vorrichtung angebracht, durch welche die Flüssigkeit nicht verhindert wird, aus der Mündung der Schlange in das untenstehende Gefäß zu tröpfen, wodurch jedoch die gasigen Producte gezwungen werden, durch ein Rohr zum Dache hinaus zu entweichen.

Das Gemenge der Destillationsproducte kommt nun in große, geschlossene Cylinder von Gußeisen, und wird mit einer Lösung von Aetznatron in der Weise behandelt, daß die Natron-Lösung in innige Berührung mit den Oelen kommt. Es hat diese Behandlung den Zweck, die sauren Körper, z. B. Phenylsäure, und die sauren, holzessigartigen Körper, die den Oelen den unangenehmen Geruch und die dunkle Farbe geben, an Natron zu bin-

den. Ob man die Oele vor dieser Behandlung erwärmen muß, oder nicht, wie lange man sie mit dem Natron in Berührung lassen muß, wie viel Natronlauge und von welcher Stärke man letztere anzuwenden hat, um mit dem möglichst geringsten Aufwand von Kraft und Zeit doch die gewünschten Resultate zu erzielen, hängt ganz von der Natur des angewandten Rohmaterials ab, und es lassen sich hierin keine festen Vorschriften geben. Mitunter erreicht man schon ohne Erwärmung in zwei Minuten mit 5 bis 6 Proc. Natron seinen Zweck, mitunter bei Erwärmung erst in zwei Stunden mit 20 Proc. Ist Erwärmung nöthig, wendet man nur Wasserdampf an, der in den Zwischenraum zwischen Gefäß und äußerem Mantel strömt.

Ist der Zweck erreicht, so wird die Mischung in einen eisernen Kasten abgelassen, in dem sich das phenylsaure Natron und die übrigen Verbindungen des Natron absetzen. Dieselben werden abgelassen und das Oel so lange mit Wasser gewaschen, bis es nicht mehr alkalische Reaction zeigt. Dann kommt das Oel wieder in einem dem früheren gleichen Cylinder von Gußeisen, und wird hier in derselben Weise mit Schwefelsäure behandelt, wie früher mit Natron. Oft findet man diese Cylinder mit Blei ausgelegt, es hat sich jedoch diese Vorsicht als überflüssig erwiesen, da die Schwefelsäure das Gußeisen sehr wenig angreift. Die Schwefelsäure hat den Zweck, alle basischen Körper, die zum Theil auch den rohen Oelen den unangenehmen Geruch und Farbe verleihen, zu binden Die Zeit der Einwirkung der Schwefelsäure, von welcher Concentration man dieselbe anzuwenden hat, und wieviel, ferner, ob man die Oele während der Einwirkung erwärmen muß, oder nicht, hängt wieder ganz von der Natur der Rohöle ab. Mitunter sind 5 Proc. Schwefelsäure vom spec. Gewicht 1,70 und die Einwirkung einer Minute genügend, mitunter braucht man 25 Proc. Schwefelsäure und muß 3 Stunden einwirken lassen.

Diese Behandlung ist sowol auf die Qualität wie Quantität der Ausbeute an reinen Oelen von großem Einfluß. Bei längerer Einwirkung der Schwefelsäure bilden sich immer große Mengen von schwefliger Säure, womit ein Schwererwerden der Oele verbunden ist, denn indem sich einerseits schweflige Säure, andererseits Wasser bildet, geben zur Bildung des letztern gerade die leichtesten Producte, in diesem Falle als die zersetzbarsten, den Wasserstoff her, und werden dadurch in kohlenstoffreichere, also schwerere Producte umgewandelt.

Bei den Destillationsproducten der jüngeren Rohstoffe, wie Torf, Braunkohle, hat man diese Zersetzung weniger zu fürchten, weil man bei diesen gewöhnlich mit weniger Schwefelsäure bei kurzer Einwirkung zum Ziele gelangt, jedoch bei den Destillationsproducten von Boghead-, Cannel-,

Peltonmain- und Grove-Kohle muß man viel Säure anwenden und oft bis drei Stunden einwirken lassen, und kommt doch nicht immer zum Ziele. Man muß dann die Oele nochmals destilliren und wiederum mit Säure behandeln. Oft ist aber auch in diesen schwierigen Fällen die englische Schwefelsäure zu schwach, dann bleibt nur eine Behandlung mit rauchender Schwefelsäure, oder eine Destillation der Oele über Chlorkalk übrig. Die rauchende Schwefelsäure wirkt natürlich viel energischer, aber auch zerstörender auf die leichten Oele, während man bei der Destillation über Chlorkalk insofern sehr vorsichtig verfahren muß, als die Oele auf das Vollständigste von aller Säure vorher zu befreien sind, da freies Chlor zerstörend einwirkt. Man will bemerkt haben, daß sich bei längerer Einwirkung von Schwefelsäure oft Doppelverbindungen von schwefliger Säure mit basischen Körpern bilden, die, ähnlich dem Aldehyd, durch Natron nicht zersetzbar sind, wol aber durch kohlensaures Natron. Haben sich diese Verbindungen, die sauren Charakter haben, gebildet, so ist eine Destillation über Chlorkalk unstatthaft, wenn man dieselben nicht vorher durch kohlensaures Natron zersetzt hat.

Ist die Einwirkung der Schwefelsäure beendet, so wird das Gemisch aus dem Mischgefäß wieder in eiserne Kasten abgelassen, und, wenn sich die sauren Verbindungen abgeschieden haben, letztere abgezogen, die Oele mit vielem Wasser und zuletzt mit einer sehr schwachen Natronlauge gewaschen, und dann dieselben auf die großen Blasen zur Rectification gebracht.

Die früher erhaltene Lösung von phenylsaurem Natron wird mit der schwefelsauren Lösung neutralisirt, wodurch einerseits rohe Phenylsäure (vergl. S. 352) gewonnen wird, die entweder zum Imprägniren von Eisenbahnschwellen, oder zur Darstellung gewisser Theerfarben (vergl. Bd. IV. p. 423) Anwendung findet, andererseits aber schwefelsaures Natron, das an Sodafabriken abgegeben wird.

Bei der Rectification der Oele wird genau so verfahren, wie bei der Destillation des Theers. Die übergehenden Oele werden nach ihrem specifischen Gewicht in Photogen und Solaröl getrennt oder bis zum Gewicht von 0,833 gemischt als Solaröl in den Handel gebracht. Wenn die überdestillirenden Oele anfangen, in der Kälte zu erstarren, oder ein spec. Gewicht von 0,880 bis 0,900 haben, werden sie gesondert aufgefangen, und diese bis zu Ende übergehende Masse zur Krystallisation des Paraffin in einen kühlen Keller gestellt. Die hierzu verwendeten Gefäße sind entweder große, viereckige, eiserne Kasten, die unten einen Abzugshahn haben, oder nach unten spitz zulaufende, 5 bis 6 Fuß hohe, oben 3 Fuß breite Gefäße von Eisenblech oder Holz, die unten eine mit einem Holzstopfen zu verschließende Oeffnung haben. Nach beendigter Krystallisation, also nach

ungefähr 2 bis 4 Wochen, wird das flüssig gebliebene dicke Oel langsam abgezogen, während die glänzenden Krystallblättchen von Paraffin im Gefäß zurückbleiben. Dieses dicke Oel wird nun aufgehoben und der Winterkälte ausgesetzt, wobei noch große Mengen fester Kohlenwasserstoffe herauskrystallisiren, die zwar nicht Paraffin sind, aber doch in Stearinfabriken sehr gute Verwendung finden, und daher an diese mit Vortheil abgesetzt werden. Das von dieser zweiten Krystallisation zurückbleibende Oel findet verschiedene Anwendung. Hat es ein mäßig niedriges specifisches Gewicht, so wird es einer Destillation unterworfen und giebt dabei Solaröl, hat es jedoch ein höheres Gewicht, z. B. von 0,925 bis 0,940, so giebt es bei der Destillation kein Solaröl mehr, sondern dieses dicke Oel kommt als Maschinen- oder Wagenschmiere in den Handel. Je nach der Natur der angewandten Rohstoffe erhält man mehr oder weniger dieser dicken Oele. Die unter dem Namen belgischer Wagenschmiere in den Handel kommende Masse ist aus diesen Oelen dargestellt.

§. 166.

Die erhaltenen Krystalle von Rohparaffin werden nun in England zur weiteren Reinigung an besondere Fabriken abgegeben, während in Deutschland sich jede Fabrik ihr Paraffin selbst reinigt, ja meistentheils auch selbst Kerzen daraus fertigt. Der erstere Weg scheint der rationellere zu sein, da es sich ja in allen Industriezweigen herausgestellt hat, daß bei vorgeschrittener Fabrikation eine selbst weitgetriebene Arbeitstheilung sowol zum Vortheil der Fabrikation, wie der Consumtion gereicht.

In den deutschen Fabriken wird das Rohproduct, die sogenannte Paraffinbutter insofern auf verschiedene Weise behandelt[1]), als einige Fabrikanten dieselbe ohne weiteres in einen kühlen Raum zur Krystallisation bringen, andere aber dieselbe zunächst mit Aetzlauge und Schwefelsäure behandeln und sie dann erst nochmals destilliren oder auch mit Umgehung dieser letzteren Manipulation zur Krystallisation der Ruhe überlassen. Die erstere Methode möchte zwar einfacher und minder kostspielig erscheinen, sie hat aber zunächst den Nachtheil, daß dem Paraffin ein großer Theil seines Lösungsmittels, des schweren Oels, gelassen wird, in Folge dessen das Auskrystallisiren des Paraffins im geringeren Maße erfolgt; bei einer Verwendung des von dem Paraffin getrennten Oels muß natürlich eine Reinigung desselben

---

[1]) Vergl. P. Wagenmann, Wagners Jahresbericht 1856 p. 407; Alcan, ibid. 1858 p. 575; Burg, ibid. 1858 p. 561; H. Vohl, ibid. 1858 p. 565; Müller, ibid. 1859 p. 622; Unger, Dinglers polytechn. Journal CLV. p. 50.

ebenfalls erfolgen, so daß also diese Manipulation keineswegs erspart, sondern nur verschoben wird, und da endlich die aus gereinigter Paraffinbutter erhaltenen Paraffinkrystalle weit reiner, weißer und fast geruchfrei sind, so muß die Unterlassung der Reinigung der Paraffinbutter als unrationell jedenfalls verworfen werden.

Bei der Behandlung der rohen Paraffinbutter mit Natronlauge nimmt diese letztere alle sauren Bestandtheile der ersteren, wie die Phenylsäure, das Kreosot, und andere in sich auf; der Gehalt an diesen sauren Körpern und die durch die Behandlung mit Aetzlauge in Folge dessen entstehende Volumverminderung der Paraffinbutter ist sehr wechselnd, je nachdem dieselbe aus Theer von Bogheadkohle, Braunkohlen, Torf oder bituminösen Schiefern u. dergl. dargestellt wurde; sie beträgt jedoch fast nie unter 10, in einzelnen Fällen aber bis zu 33 Proc. Es ist deßhalb auch nicht die für alle Fälle nöthige Menge von Lauge zu bestimmen und muß in jedem Falle so viel davon angewandt werden, daß eine Probe der behandelten Paraffinbutter an eine neue Portion Lauge nichts mehr abgiebt. Eine Unterstützung der Operation durch Wärme ist theils zur Flüssigerhaltung der Paraffinbutter nothwendig, theils zur kräftigeren Wirkung der Lauge von Nutzen.

Die nach dem Absetzenlassen und Trennung der Lauge von der Paraffinbutter folgende Behandlung derselben mit Schwefelsäure, wozu nach Umständen 6 bis 10 Proc. Säure erfordert werden, entfernt die alkalischen und harzigen Bestandtheile und bedingt dadurch eine abermalige Volumverminderung von nahezu 5 Proc., so daß man nach Anwendung dieser chemischen Agentien eine weit concentrirtere Lösung von Paraffin vor sich hat, welche bei der Krystallisation auch jedenfalls mehr Paraffin ausscheiden läßt. Daß man die Paraffinbutter vor dem Hinstellen zum Erstarren zuvor mit einer Lösung von kohlensaurem Natron oder mit Kreide von den selbst nach dem Absetzen noch vorhandenen kleinen Portionen Säure befreie, ist sehr rathsam, sowie es ebenfalls zweckmäßig ist, noch einen Strom Wasserdampf von 3 bis 4 Atmosphären so lange hindurch zu leiten, als mit diesem zu condensirenden Wasserdampf noch flüchtiges Oel übergeht (das sogenannte „Abblasen"). Das so gewonnene Oel besitzt bei hohem Siedepunkte meist ein niedriges spec. Gewicht und ist daher eines der besten das Photogen constituirenden Oele; die Menge desselben ist wechselnd, beläuft sich aber in einigen Fällen auf 8 Proc. der Paraffinbutter. Eine zweite Destillation der Paraffinbutter über freiem Feuer ist überflüssig. Die so behandelte Paraffinbutter wird nun in kühle Räume zur Krystallisation hingestellt und ihr dazu mindestens 3 bis 4 Wochen Zeit gelassen, worauf die entstandenen

Krystalle von dem schweren Oele durch einfache Filtration, Absaugung[1]) Centrifugalmaschine oder eine andere Vorrichtung getrennt werden. Für kleinere Fabriken empfiehlt es sich zu diesem Zweck am meisten, die Krystallisation der Paraffinbutter in eisernen oder hölzernen Kästen vor sich gehen zu lassen, welche am Boden mit einem einfachen Hahn, wenige Zolle über demselben aber mit einem engen Drahtgeflecht versehen sind. Nach erfolgter Krystallisation öffnet man vorsichtig nach und nach den Hahn und läßt das Oel auslaufen, während die Krystalle im Kasten zurückbleiben. Für große Fabriken, wo es sich um schnelle Verarbeitung großer Mengen handelt, ist die Centrifugalmaschine zum Ausschleudern des Oels unentbehrlich, welcher Apparat die Trennung des Oels von den Krystallen überhaupt nicht allein am schnellsten, sondern auch am vollkommensten bewerkstelligt. Die erhaltenen Krystalle werden zusammengeschmolzen und in zollstarke Kuchen ausgegossen, welche das Rohparaffin darstellen; die Oele aber werden durch Destillation über freiem Feuer in Solaröl und Paraffinbutter getrennt.

Das Rohparaffin wird in allen Fällen zunächst durch mechanische Pressung von dem größten Theile des noch anhaftenden Oels befreit, wozu man sich hydraulischer Pressen bedient, die einen Druck von mindestens 300,000 Pfund auszuüben im Stande sind.

Die zuerst veröffentlichte und von P. Wagenmann (1855) herrührende Vorschrift der nun folgenden weiteren Reinigung des Rohparaffins ist folgende: Die Preßkuchen werden bei 180° mit 50 Proc. concentrirter Schwefelsäure gemischt, nach 2 Stunden das Paraffin von der Säure abgelassen, gewaschen, in Kuchen gegossen und in einer hydraulischen Presse abermals gepreßt; dann wieder geschmolzen, mit 1/2 Proc. Stearin gemischt und bei 150° mit 70 Proc. Schwefelsäure 2 Stunden lang behandelt; nach der Trennung von der Säure mit Wasser gewaschen, dann abermals mit 1/2 Proc. Stearin zusammengeschmolzen und hierauf 1 Proc. Natronlauge von 40° darunter gemischt. Diese Vorschrift wird wol kaum noch irgendwo befolgt werden und dürfte vielleicht in der angegebenen Weise von Wagenmann selbst nie im Großen benutzt worden sein; denn man erhält darnach wol ein gutes Paraffin, aber die großen Mengen der verwendeten Schwefelsäure, sowie namentlich die bedenklich hohen Temperaturen, welche vorgeschrieben sind und der Grund zur Zerstörung einer großen Menge Paraffins werden, machen diese Methode überaus kostspielig. Die Warnung, dabei

---

[1]) Der Vorschlag zur Trennung des Paraffins von den Oelen einen Nutschapparat (vergl. Bd. III. p. 273) anzuwenden, rührt von H. Vohl her; zur Herstellung eines saugenden, luftverdünnten Raumes empfiehlt er den Druck einer Wassersäule zu benutzen.

keine salpetersäurehaltige Schwefelsäure zu verwenden, ist übrigens auch auf die Chromsäure auszudehnen, welche nach obiger Vorschrift bei der Reinigung der Paraffinbutter mit in Anwendung kommen soll (nämlich 8 Proc. Schwefelsäure, 2 Proc. Salzsäure und 1 Proc. saures chromsaures Kali). R. Brown schlägt vor, die Preßkuchen des Rohparaffins zu schmelzen, sie einige Minuten bei 200° C. mit 10 Proc. concentrirter Schwefelsäure zu mischen und nach der Trennung des Paraffins von der entstandenen kohligen Masse und der Säure dasselbe mit einer Lösung von 1 Th. Soda in 10 — 12 Th. Wasser zu waschen. Sind die Pressen stark genug, und läßt man namentlich der ersten Pressung eine zweite warme Pressung folgen, so liefert dieses Verfahren ein gutes Product ohne große Verluste; doch ist es durchaus nicht nöthig, ja sogar nachtheilig, bei der Schwefelsäurebehandlung eine so hohe Temperatur zu beobachten; es genügen dazu 75 — 80° C. vollständig, zumal sich ohnehin beim Vermischen mit der Schwefelsäure die Temperatur noch wesentlich erhöht. Die Klärung aber des von der Schwefelsäure getrennten Paraffins wird vollkommen, wenn man demselben 0,25 bis 0,33 Proc. Stearin zusetzt, dann eine concentrirte Sodalösung untermischt und zuletzt das Ganze mit Wasser auswäscht.

Da der Zweck der Schwefelsäurebehandlung des Paraffins der ist, die letzten Theile des schweren Oels zu entfernen, welche dem Paraffin gewissermaßen als Mutterlauge noch anhängen, so lag wohl die Idee nahe, diesen Zweck durch eine Art Waschung und mittelst Agentien zu erreichen zu suchen, welche in keinem Falle zerstörend auf das Paraffin zu wirken vermöchten. Als besonders dazu geeignet zeigten sich das Benzol und überhaupt alle leichten weißen Theeröle, das rectificirte Terpentinöl und der Schwefelkohlenstoff, und man verfährt damit folgendermaßen:

Das Rohparaffin wird zunächst einer starken, warmen Pressung unterworfen und die Preßkuchen dann mit 5 — 6 Proc. von einer der obigen Flüssigkeiten zusammengeschmolzen und abermals in Kuchen ausgegossen. Wegen der Billigkeit und Leichtigkeit der Beschaffung eignet sich dazu gut gereinigtes, weißes Photogen von einem niedrigen Siedepunkte am besten. Jetzt preßt man abermals und wiederholt im Nothfalle die ganze Operation noch einmal. Das Paraffin ist jetzt völlig rein und weiß, der noch anhaftende Photogengeruch aber muß mittelst Einleiten gespannten Wasserdampfes verflüchtigt werden. Bei Anwendung von Terpentinöl oder Photogen, welches nicht entsprechend niedrigen Siedepunkt hat, gelingt dies nie vollkommen. Um den Geruch zu entfernen, muß man das Paraffin schmelzen, bei möglichst niedriger Temperatur 2 — 3 Proc. Schwefelsäure darunter mischen und nach dem Absetzen derselben das Paraffin auf die schon oben angegebene

Weise mit einer Lösung von kohlensaurem Natron klären. Der Schwefelkohlenstoff, von Alcan (1858) zuerst zum Reinigen des Paraffins vorgeschlagen, wird auf folgende Weise angewendet: Man schmilzt das Paraffin bei möglichst niedriger Temperatur, mischt dann 10 bis 25 Proc. Schwefelkohlenstoff hinzu, läßt erkalten und preßt das erhaltene Gemisch stark aus; meist ist es nothwendig, den Proceß 2—3 Mal zu wiederholen. Die ausgepreßten Flüssigkeiten unterzieht man der Destillation, um den Schwefelkohlenstoff daraus abzusondern. Das mittelst Schwefelkohlenstoff gebleichte Paraffin wird geschmolzen, einige Zeit im geschmolzenen Zustande erhalten und dann mit Steinkohle behandelt, um es vollkommen rein zu erhalten.

Etwas abweichend, jedoch im Princip dieselbe, ist die Paraffinreinigung mittelst Elain. Sie gründet sich darauf, daß Paraffin im geschmolzenen Zustand sich zwar mit Elain vollständig mischt, sich aber beim Erkalten wieder trennt und krystallinisch ausscheidet, während das ihm früher anhaftende schwere Oel in das Elain übergegangen ist und mit diesem vereinigt bleibt. Das Rohparaffin, welches auf diesem Wege gereinigt werden soll, muß jedenfalls von Paraffinbutter auskrystallisirt sein, welche vorher mit Aetzlauge, Säure u. s. f. behandelt worden war, und muß zunächst für sich einer starken Pressung unterworfen werden. Man schmilzt dasselbe dann mit 10 Proc. Elain zusammen, gießt zollstarke Kuchen davon und preßt dieselben in einer warmen Presse stark aus; schmilzt die Kuchen abermals mit 5 Proc. Elain zusammen und preßt nochmals. Dabei kann das bei dieser letzten Pressung ablaufende Elain bei der Zusammenschmelzung mit neuen Portionen Rohparaffin wieder benutzt werden, so daß man auch für die erste Pressung eigentlich nur 5 Proc. frischen Elains als Zusatz bedarf. Die Kuchen der letzten Pressung werden geschmolzen und mit etwas Wasser und ca. 5 Proc. Aetznatronlauge von 33° B. einige Minuten unter Umrühren aufgekocht, worauf nach halbstündiger Ruhe das Paraffin klar über der das verseifte Elain haltenden Lauge stehen wird. — Aus dem abgepreßten Elain kann Schmierseife für die Walkereien dargestellt werden, und ist hierbei der geringe Gehalt an schwerem Oel nicht nachtheilig. Es kommt mitunter vor, daß das fertige Paraffin sich nicht klar von der Lauge abscheidet, und in einem Becherglase gesehen, opalisirt. Ist dies der Fall, so kocht man 120 Kilogr. Paraffin mit 20 Liter Oxalsäurelösung von 3° B. Nach dem Absetzenlassen und Erkalten ist das Paraffin völlig rein[1]).

---

[1]) Ueber die Reindarstellung des Solaröles siehe §. 169.

§. 167.

Ueber die Ausbeute an Paraffin, Mineral- und Schmieröl aus den verschiedenen Sorten von Theer und den verschiedenen Rohmaterialien (vergl. Seite 411) liegen folgende Angaben vor:

Torf. In der Fabrik in Bernuthsfelde bei Aurich erhält man aus dem dortigen recht guten Torf 6—8 Proc. Theer, und aus dem Theer 20 Proc. Solaröl von 0,830 spec. Gewichte und 0,75 Proc. Paraffin. Man kann im Durchschnitt annehmen, daß 1 Tonne = 20 Ctr. lufttrockner Torf 28 Pfd. Solaröl und 1 Pfd. Paraffin liefert.

H. Vohl (1857) erhielt aus 100 Th. Theer aus Torf

	Mineralöl von 0,820 spec. Gewicht	Schmieröl von 0,860 spec. Gewicht	Paraffin
Torf von Celle	34,60	36,00	8,01
„ „ Coburg	20,62	26,57	3,12
„ „ Damme	19,45	19,54	3,31
„ „ Neuenhaus (schweres)	17,98	19,64	5,36
„ „ „ (leichtes)	14,06	18,23	5,20
„ „ Zürich	14,40	8,66	0,42
„ „ Rußland	20,39	20,39	3,36
„ „ Westphalen	11,00	19,48	2,25
„ „ Neuwedel (Preußen)	14,13	18,26	3,10

R. Jacobi[1]) giebt an, daß eine Blasenfüllung von 6000 Pfd. Theer aus russischem Torfe erhalten, geliefert habe

1243 Pfd.	Photogen von 0,830 spec. Gew.	= 20,7 Proc.
1582 „	Solaröl „ 0,865 „ „	= 26,4 „
1409 „	Paraffinmasse	= 23,3 „
660 „	rohes Kreosot	= 11,0 „
Summa 4894 Pfd.	Fabrikat	= 81,4 Proc.

Braunkohle. In einer Fabrik bei Weißenfels giebt 1 Tonne = 20 Ctr. einer hellen Braunkohle 30—35 Pfd. Theer. 100 Pfd. dieses Theeres geben 8—10 Pfd. hartes Paraffin für Kerzenguß, 8—10 Pfd. weiches Paraffin, welches an Stearinkerzenfabriken zur Verdünnung der Stearinsäure abgegeben wird, 20 Pfd. Photogen und 23 Pfd. Solaröl. 1 Tonne dieser Braunkohlen giebt folglich

[1]) R. Jacobi (1863), Dingl. polytechn. Journal Bd. 168 p. 311.

hartes Paraffin	31,5	Pfd.
weiches „	31,5	„
Photogen	70	„
Solaröl	80	„

Man erhielt aus 100 Th. Theer aus Braunkohle

	Mineralöl von 0,820 spec. Gewicht	Schmieröl von 0,860 spec. Gewicht	Paraffin	
Braunkohle von Aschersleben No. I.	33,50	40,00	3,3	Untersucht von H. Vohl.
„ „ „ „ II.	20,50	43,60	6,5	
„ „ Frankenhausen	33,41	40,06	6,7	
„ „ Münden	17,50	26,21	5,0	
„ „ Oldisleben	17,72	26,60	4,4	
„ „ Cassel No. I.	16,42	27,14	4,2	
„ „ „ „ II.	16,66	21,05	5,2	
„ „ der Rhön (Bayern)	10,62	19,37	1,2	
„ „ Tilleda	16,66	18,05	4,4	
„ „ Harbke No. I.	15,55	11,11	3,5	
„ „ „ „ II.	16,66	11,76	2,9	
„ „ Stockheim bei Düren	17,50	26,63	3,2	
„ „ Bensberg bei Cöln	16,36	19,53	3,4	
„ „ Tscheitsch in Mähren	9,04	28,86	3,2	von G. Müller.
„ „ Eger in Böhmen	9,14	54,00	5,2	
„ „ Krzemusch in Böhmen	21,72	53,68	5,0	
„ „ Herbitz in Böhmen	22,00	48,32	4,8	
„ „ Schöbritz in Böhmen	21,68	46,33	4,3	

Die Angaben über die Ausbeute aus Cannelkohle und Bogheadkohle gehen weit auseinander. Aus 100 Th. Theer aus Blätterschiefer wurden erhalten

	Mineralöl	Schmieröl	Paraffin
Englischer Blätterschiefer	24,28	40,00	0,12
Blätterschiefer von Romerickberge	25,68	43,00	0,11
„ aus Westphalen	27,50	13,67	1,11
„ von Oedingen am Rhein	18,33	38,33	5,00

§. 168.

Das Paraffin im gereinigten Zustande hat folgende Eigenschaften: Es ist eine weiße wachsähnliche, geruch- und geschmacklose, im geringen Grade fettig anzufühlende Substanz von 0,870 specifischem Gewichte, härter als Talg, aber weicher als Wachs. Aus den Untersuchungen von Anderson, Filipuzzi, Hofstädter, Reichenbach u. A. folgt, daß das Paraffin je nach seinem Ursprunge sehr abweichende Eigenschaften besitzt. Paraffin aus Bogheadkohle war einerseits nach dem Schmelzen sehr krystal-

linisch und schmolz bei 45,5°, andererseits körnig wie gebleichtes Wachs und von 52° Schmelzpunkte. Das Paraffin aus Rangoontheer schmolz bei 61°, das aus Torf bei 46,7°. Das aus Ozokerit dargestellte natürliche Paraffin schmilzt erst bei 65,5°. Die Zusammensetzung der verschiedenen Paraffinsorten ist nach Anderson folgende:

	Aus Bogheadkohle.	Aus Torf.	Aus Petroleum.
Kohlenstoff	85,00	84,95—85,23	85,15
Wasserstoff	15,36	15,05—15,16	15,29

Aus diesen Untersuchungen läßt sich der Schluß ziehen, daß nicht der gewöhnlichen Annahme zufolge alle Paraffinsorten Kohlenwasserstoffe der Formel $C_n H_n$ seien, sondern daß auch einige aus $C_{40} H_{42}$, vielleicht auch aus $C_{42} H_{44}$ und $C_{44} H_{46}$ bestehen. Das Paraffin ist unlöslich im Wasser, löst sich dagegen in Alkohol, Aether, Terpentinöl, Olivenöl, Benzol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff; 100 Th. siedenden Alkohols lösen nur 3 Th. Paraffin. Nach den Versuchen von E. Spieß braucht 1 Th. Paraffin (Schmelzpunkt 58,25°) zu seiner Lösung

78 Th. kalten und 9 Th. siedenden Aethers,
35,5 „ kalten Terpentinöles,
167,25 „ kalten Olivenöles.

Nach Vogel, der die Löslichkeit des Paraffins in Benzol (von 0,887 spec. Gewicht), Chloroform und Schwefelkohlenstoff bestimmte, löst

1 Th. Benzol bei	46°	7,7	Th. Paraffin
1 „ „ „	43°	5	„ „
1 „ „ „	39°	4	„ „
1 „ „ „	23°	0,7	„ „
1 „ „ „	20°	0,3	„ „
1 Th. Chloroform bei	23°	0,22	„ „
1 „ „ „	16°	0,16	„ „
1 „ Schwefelkohlenstoff bei	23°	1,0	„ „ [1])

Im geschmolzenen Zustande bildet das Paraffin eine farblose, ölartige Flüssigkeit, die bei höherer Temperatur (über 300°) kocht und in weißen

---

[1]) Wie A. Vogel (1862) zeigte, ist Stearinsäure in Benzol und Schwefelkohlenstoff weniger löslich als Paraffin. Da ein zusammengeschmolzenes Gemenge aus Paraffin und Stearinsäure aus beiden Lösungen beim langsamen Abkühlen derselben sich nicht als homogene Masse ausscheidet, sondern in zwei getrennten Schichten, die Stearinsäure in deutlichen Krystallen fallen, so läßt sich hierauf vielleicht eine Methode zur Nachweisung des Stearins in Paraffin gründen.

Dämpfen überdestillirt. Säuren und Alkalien greifen das Paraffin bei gewöhnlicher Temperatur nicht an, Chlor gleichfalls nicht; wirkt aber Chlorgas längere Zeit auf durch Erwärmen flüssig gemachtes Paraffin ein, so bilden sich gechlorte Producte unter Entwickelung von Salzsäure (Bolley). Mit Wachs, Stearin- und Palmitinsäure, so wie mit Harz kann das Paraffin in allen Verhältnissen zusammengeschmolzen werden.

Die Hauptanwendung des Paraffins ist bekanntlich die zu Paraffinkerzen, von welchen weiter unten bei der Kerzenfabrikation die Rede sein wird. Außerdem ist es vorgeschlagen worden als Schmiermittel, zum Conserviren von Holz (Leuchs), zum Wasserdichtmachen von Geweben (Stenhouse), zum Ersatz des Wachses bei der Bereitung des Wachspapieres und der Stearinsäure zum Tränken von Gypsgegenständen (vgl. Bd. II. p. 536), zur Bereitung der Masse der feineren Zündrequisiten (vgl. Bd. V. p. 146); so wie seiner chemischen Beständigkeit wegen bei gewissen chemischen Operationen [1]).

§. 169.

Fabrikation des Solaröles.

Bei der trocknen Destillation der Steinkohle, der Bogheadkohle, des Blätterschiefers, der Braunkohle und des Torfes bildet sich, wie in den vorhergehenden Abschnitten ausführlich erörtert worden ist, Theer, dessen Menge je nach der Natur des angewendeten Rohmaterials variirt. Ueber die Natur des Theeres schwebte bis in die jüngste Zeit ein eigenthümliches Dunkel, von dem man auch gegenwärtig bei weitem noch nicht zu behaupten berechtigt ist, daß es vollständig aufgehellt sei. Die Chemie trifft übrigens der Vorwurf nicht, daß sie in der Kenntniß der Zusammensetzung eines so gewöhnlichen und massenhaft auftretenden Productes nur spärliche und ungenügende Fortschritte gemacht hat, denn nicht nur fällt von demselben Rohstoffe nach Maßgabe der Temperatur, der Art des Erhitzens, des Verfahrens der Condensation der Theerdämpfe und anderer, noch nicht genug eruirter Einflüsse der Theer außerordentlich verschieden aus, sondern es ist auch der Theer ein so complicirtes Gemenge zahlreicher homologer und polymer Verbindungen, daß die Isolirung der Bestandtheile und das Studium derselben mit großen Schwierigkeiten verknüpft ist, die dadurch zum Theil unüberwindlich werden, daß einige der Bestandtheile des Theeres bei dem Versuche ihrer Absonderung ihre Gestalt wechseln und gegenseitig in einander übergehen können.

---

[1]) Vergl. A. Vogel, Wagners Jahresbericht 1862 p. 683.

Bis zum Jahre 1830 nahm man die Theerfrage auf die leichte Achsel, indem man den Theer einfach als eine Auflösung eines kohlenstoffreichen Brenz- oder Brandharzes in einem flüchtigen Brenz- oder Brandöle ansah, wobei die große Verschiedenheit der Brandöle zwar nicht übersehen, aber doch fast unerörtert gelassen wurde. Die erste und ernstliche Untersuchung des Theeres ist die Seite 393 erwähnte von Reichenbach, welche zur Entdeckung des Paraffins und des steten Begleiter desselben im Theer, dem Eupion, einer sehr dünnen und leichten Flüssigkeit, die sich leicht entzünden läßt und mit leuchtender Flamme brennt, führte. Der Siedepunkt des Eupions variirte von 47 — 169°. Es ist einleuchtend, daß eine Flüssigkeit von so veränderlichem Siedepunkt nur ein Gemenge sein kann [1]). Reichenbach's Arbeit, so langwierig und verdienstlich dieselbe auch sein mochte, stellte jedoch keineswegs alle Punkte in der Constitution der einzelnen Theerarten klar hin, eben so wenig ist es späteren Forschern gelungen, zur Aufhellung der chemischen Seite der Theerfrage beizutragen.

Dagegen fand der Theer in der empirischen Technik einen warmen Vertreter, die unter den Bestandtheilen des Theeres eine reichhaltige Quelle von Leuchtmaterialien wahrnahm, geeignet als billige Surrogate der dem Thier- und Pflanzenreiche entnommenen Fette und Oele zu dienen. Einer rectificirenden Destillation unterworfen, liefert der Theer das Theeröl, welches durch weitere Rectification in den festen Leuchtstoff, das Paraffin und in die flüssigen, ölähnlichen Körper zerlegt werden kann, welche, nachdem die sauren und schweren Bestandtheile, die Carbol- oder Phenylsäure abgeschieden worden, als Gemenge unter den Benennungen Photogen, Mineralöl, Hydrocarbür, Schieferöl, Solaröl u. dgl. im Handel vorkommen. Diese Oele sind dem Petroleum oder Erdöl nahe verwandt, welches gleich ihnen nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff besteht. Im möglichst reinen Zustande sind sie fast farblos und besitzen nur einen geringen Geruch.

Wenn wir von den Versuchen Selligue's — Mitte der dreißiger Jahre — das aus bituminösem Schiefer durch Destillation gewonnene Schieferöl zu Beleuchtungszwecken zu verwenden, absehen, so finden wir zuerst im Jahre 1845 das leichte Theeröl oder die Naphta in England als Leuchtstoff in Lampen verwendet. In Deutschland wurde das Mineralöl zuerst im Jahre 1847 von Noblet in Hamburg durch Destillation von Bogheadkohle gewonnen und unter dem Namen Hydrocarbür oder ätherisches Stein-

[1]) Nach Frankland ist der bei 30° siedende Bestandtheil des Theeröles (Eupions) Amylhydrür $C_{10}H_{12}$, ein Kohlenwasserstoff, der neuerdings von Pelouze und Cahours auch im amerikanischen Erdöle gefunden wurde.

kohlenöl in den Handel gebracht[1]); dieses Oel erwarb sich jedoch beim großen Publikum kein Vertrauen und wurde nur hier und da vereinzelt zur Straßenbeleuchtung verwendet, da zum Zimmergebrauch der penetrante Steinkohlengeruch ein Hinderniß war. Dasselbe galt von dem leichten Steinkohlentheeröl, welches seit 1848 als Benzol in Norddeutschland vielfach zur Beleuchtung der Straßen und Bahnhöfe Verwendung fand.

Die Mineralölindustrie faßte erst Fuß, als H. Vohl im Jahre 1848/49 mit der Entdeckung des Photogens und des Turfols hervortrat, welches zuerst von A. Wiesmann u. Comp. auf der Augustenhütte zu Beuel, Bonn gegenüber, kurze Zeit nachher (1850) auch von Denis und Höch zu Ludwigshafen bei Mannheim fabricirt wurde. Durch die Bemühungen von P. Wagenmann, Unger, Jacobi, Breitenlohner, B. Hübner (dem verdienten Director der Mineralöl- und Paraffinfabrik zu Rehmsdorf bei Zeitz, deren Producte auf der Industrieausstellung in London 1862 den Preis davontrugen), und vielen anderen ist es gelungen, der neuen Industrie eine Ausdehnung und eine Bedeutung zu geben, deren Tragweite, vorausgesetzt, daß sie die Concurrenz mit den ähnlichen, durch Farblosigkeit und Abwesenheit von Geruch sich auszeichnenden Producten aus Petroleum und dem Bergtheer erträgt, nicht unterschätzt werden darf. Die Fabrikation des Mineral- oder Solaröles ist, so weit als Rohmaterial Torf, Braunkohle und Blätterschiefer verwendet wird, so recht eigentlich eine deutsche, namentlich eine zollvereinländische Industrie, die bis zu ihrer vollständigen Erstarkung eines Zollschutzes theilhaftig zu werden zu beanspruchen wohl das Recht hätte.

§. 170.

Die Mineralöle, wie sie gegenwärtig der Handel liefert, müssen als Photogen, Solaröl, Pyrogen und Schmieröl unterschieden werden.

Das Photogen, so wie es seiner Zeit von P. Wagenmann dargestellt worden ist, ist eine klare und sehr dünne Flüssigkeit von characteristischem und ätherischem Geruche und einem specifischen Gewichte von 0,800 — 0,810; es ist aus verschiedenen Oelen von 0,760 — 0,865 spec. Gewicht zusammengesetzt. Die früher im Handel vorkommenden leichten Photogene von 0,780 spec. Gewichte erhalten großentheils Essenzen von nur 0,720

---

[1]) Vergl. Amtl. Bericht der Pariser Ausstellung des Jahres 1855; Berlin 1856 p. 252.

spec. Gewichte, welche noch unter 60° zu sieden beginnen und daher ihrer Feuergefährlichkeit wegen längst als Leuchtmaterialien beseitigt sind. Untersuchungen über die Zusammensetzung des sogenannten Photogens liegen nicht vor, doch scheint es ein Gemenge von Amylwasserstoff $C_{10}H_{12}$ und der homologen Kohlenwasserstoffe $C_{12}H_{14}$ mit Benzol $C_{12}H_6$ und ähnlichen Körpern zu sein. Seitdem das Photogen, d. h. die leichteren Sorten desselben, als Leuchtstoff seinen Credit zum Theil verloren, kommt es unter dem Namen Benzol (Benzin, Benzolin) von Neuem auf den Markt, um als Fleckwasser, zum Entfetten der Wolle, als Surrogat des Terpentinöles, zum Carbonisiren des Wassergases u. s. w. Verwendung zu finden. Die für Lampenbeleuchtung empfohlenen Photogene auf der Londoner Ausstellung des Jahres 1862 hatten 0,78—0,80 spec. Gewicht und 130 bis 200° Siedepunkt.

Das Solaröl, welches die Photogene und die theuren fetten Oele als Leuchtmaterialien in vielen Theilen Deutschlands bereits der Art verdrängt hat, daß das Solaröl in nicht gar ferner Zeit in der Beleuchtungsfrage eine dominirende Stellung einnehmen wird, ist ein klares, farbloses oder schwach gelblich gefärbtes Oel von einer Consistenz, welche der des Rüböles zuweilen nicht viel nachsteht. Sein spec. Gewicht ist 0,830 bis 0,835, sein Siedepunkt zwischen 250 und 350° C. Bei 10° darf es noch kein Paraffin ausscheiden; in einer Flasche geschüttelt, darf es die Blasen nicht schneller aufsteigen lassen, als Rüböl.

An das Solaröl schließt sich das im Jahre 1862 von Breitenlohner (zu Chlumetz in Böhmen) zuerst dargestellte Pyrogen an, welches insofern große Beachtung verdient, als es aus den rückständigen Rohölen, aus Carbolsäure, Paraffin u. a. Stoffen bestehend und eine Dichte von 0,895—0,945 zeigend, die sich in den Theerfabriken zu großen, fast unverwerthbaren Massen anhäufen, auf einfache, weiter unten zu beschreibende Weise gewonnen wird. Das Pyrogen ist ein licht weingelbes Oel von 0,825 bis 0,845 spec. Gewichte.

Das Maschinenschmieröl (*lubricating oil*) oder Paraffinöl ist ein dickflüssiges Oel von brauner Farbe, 0,840 bis 0,977 spec. Gewicht und setzt in der Kälte viel feine Paraffinkrystalle ab. Es bildet sich in den Paraffin- und Solarölfabriken in großer Menge. Die im Steigen begriffene Erzeugung von Wagenfetten, Maschinenschmieren und ähnlichen Antifrictionsmitteln absorbirt zwar einen nicht geringen Theil des genannten Oeles, und namentlich werden in England diese Schmieröle, welche weder dem Verharzen, noch dem Erstarren in der Winterkälte unterliegen, zum Schmieren der Spindeln in den Baumwollspinnereien und in anderen Etablissements

mit Vortheil verwendet. Ihr Verkauf ist jedoch mehr durch die Nothwendigkeit und den Mangel anderer Verwendungsarten geboten, als daß den betreffenden Fabriken ein besonderer Vortheil daraus erwüchse. Die Verarbeitung dieser Schmieröle auf das dem Solaröl ähnliche Pyrogen ist deshalb unter Umständen von Wichtigkeit. Auch zur Bereitung von Leuchtgas ist das Schmieröl verwendet worden.

§. 171.

Die Fabrikation des Mineralöles geht mit der des Paraffins Hand in Hand. Die Producte der Destillation des Theeres werden in Mischapparaten, wie sie neuerdings von Hübner, Zincken, Jacobi, Fuhß u. A. construirt worden sind [1]), mit einer Lösung von Aetznatron in der Weise behandelt, daß die Natronlösung in innigste Berührung mit den Oelen kommt. Diese Behandlung hat den Zweck, die Phenyl- oder Carbolsäure und die sauren, holzessigähnlichen Körper, welche den Oelen den unangenehmen Geruch und die dunkle Farbe ertheilen, zu binden. Ob die Oele vor der Behandlung mit Natron erwärmt werden müssen oder nicht, wie lange sie damit in Berührung zu bleiben haben, wie viel Natron auf ein bestimmtes Quantum Mineralöl angewendet werden müsse, um mit dem geringsten Aufwand von Zeit und Kraft die Reinigung des Oeles herbeizuführen, ist gänzlich abhängig von der Natur des angewendeten Rohmateriales, des Theeres. Zuweilen erreicht man schon ohne Erwärmen mit 5 bis 6 Proc. Natron in 2 Minuten seinen Zweck, mitunter erst bei Erwärmung mit 20 Proc. in 2 Stunden.

Nach beendigter Einwirkung der Natronlauge läßt man die Mischung in einen großen eisernen Sammelkasten laufen, in welchem sich das phenylsaure Natron am Boden abscheidet. Letzteres wird abgelassen und das Oel bis zum Verschwinden der alkalischen Reaction mit Wasser gewaschen. Darauf wird das Oel mit concentrirter Schwefelsäure behandelt; zuweilen genügen 5 Proc. Schwefelsäure von 1,70 spec. Gewicht und die Einwirkung von einer Minute, mitunter braucht man 25 Proc. Schwefelsäure und muß drei Stunden einwirken lassen. Die Behandlung mit Schwefeläure ist auf die Güte und sonstige Beschaffenheit der Oele von großem Einfluß, denn es kann sich ereignen, daß Oele, die von Hause aus schwefelfrei waren, erst während der Reinigung mittelst Schwefelsäure schwefelhaltig wurden, denn die flüchtigeren Bestandtheile der Mineralöle sind im Wesentlichen Gemische

---

[1]) Vergl. Wagner's, Jahresbericht 1861 p. 656; 1862 p. 678 und 680.

von Aldehyden und Ketonen, mithin Körpern, die sich leicht mit schwefliger Säure vereinigen. Nach beendigter Einwirkung der Schwefelsäure bringt man das Gemisch aus dem Mischkasten in eiserne Kästen, in denen man die sauren Verbindungen sich abscheiden läßt; die oben aufschwimmenden Oele werden mit vielem Wasser, zuletzt mit schwacher Natronlauge gewaschen und dann der Rectification unterworfen.

Die Alkalien und Säuren, so wie die Stoffe, welche sich bei der Reinigung mit denselben verbunden haben, verwerthet man auf folgende Weise:

Die unreine Lösung von Phenylsäure und Kreosot in Natron wird entweder mit der schwefelsauren Flüssigkeit neutralisirt, wodurch rohe Phenylsäure sich abscheidet, welche Anwendung finden kann zur Conservirung von Holz, von Segel- und Tauwerk, als Desinfectionsmittel, zur Darstellung von Theerfarben, oder endlich, indem man der Phenylsäure ($C_{12}H_6O_2$) den Sauerstoff auf geeignete Weise entzieht, zur Ueberführung in das dem Solaröl ähnliche Pyrogen[1]). Behufs der Darstellung dieser letzteren werden die Rohöle in Dampfgestalt bei stürmischer Destillation durch ein hellglühendes Rohr getrieben; die condensirten Oele sind nach dem Behandeln mit Lauge und Schwefelsäure in ein zum Brennen in Lampen völlig geeignetes Oel übergegangen.

Nach dem von Perutz[2]) wird die alkalische Flüssigkeit, welche phenylsaures Natron enthält, in einer gußeisernen Blase bis zur Trockne destillirt. Als Destillationsproducte erhält man Phenylsäure, Kreosot, sogenanntes Eupion und indifferentes Oel; will man die Phenylsäure rein darstellen, so sammelt man das zwischen 140 und 240° übergehende Product und reinigt dasselbe in bekannter Weise. Die in der Blase zurückbleibenden, die Alkalien enthaltenden Koks werden calcinirt, bis aller Kohlenstoff verbrannt ist; die zurückbleibende Asche, alles Natron als kohlensaures Natron enthaltend, wird mit Wasser ausgelaugt, die Lösung mittelst Aetzkalk kaustisch gemacht und dann bis zu der Concentration gebracht, die ihre Anwendung zum Reinigen der Mineralöle erheischt. Die Nutzbarmachung der gebrauchten Schwefelsäure geschieht dadurch, daß man dieselbe zur Fabrikation von Eisenvitriol verwendet.

Bei der Rectification der Oele wird genau so verfahren, wie bei der Destillation des Theeres (Seite 401) beschrieben worden ist.

Viele der Mineralöle sind so reich an Schwefelverbindungen, daß die Gegenwart der letzteren schon durch den widrigen Geruch sich zu erkennen

---

[1]) Vergl. Breitenlohner, Dingl. polyt. Journ. CLXVII p. 386.

[2]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 673.

giebt; diese Oele (als Beispiele seien angeführt die Oele der Photogen- und Solarölfabrik in Gersfeld in der bayerischen Rhön) können nicht zur Beleuchtung von Zimmern verwendet werden, indem binnen ganz kurzer Zeit der zu beleuchtende Raum mit schwefliger Säure erfüllt ist. Aber auch die gereinigten Mineralöle enthalten Schwefel, so fand H. Vohl diesen Körper in dem württembergischen Schieferöl (aus Posidonienschiefer in Reutlingen dargestellt), in dem leichten Schieferöl aus dem Blätterschiefer von A. Wiesmann und Comp. in Bonn, in dem Photogen von Weißenfels und Bitterfeld und in den französischen Photogenen. Da der Schwefel in diesen Verbindungen in Gestalt geschwefelter Kohlenwasserstoffe sich findet, vorausgesetzt, daß er nicht erst durch das Reinigen mit Schwefelsäure in das Mineralöl gekommen war, in welchem Falle er in Gestalt von schwefliger Säure darin enthalten ist, so ist die Entschwefelung der Oele mit großen Schwierigkeiten verknüpft. Ein Behandeln der Theeröle durch Rectificiren derselben über Eisenvitriol und Kalk hat zu keinem genügenden Resultate geführt. Nach dem von Bowditch (1861) vorgeschlagenen Verfahren entschwefelt man die Oele durch Anwendung eines Gemenges von Kalkhydrat, Thonpulver und Eisenoxydhydrat. Ein gußeiserner, mit Dampfgehäuse versehener Cylinder wird mit Kalkhydrat beschickt und dieses Material bis auf den Siedepunkt der zu entschwefelnden Oele oder wenig darüber erhitzt. Sobald die geeignete Temperatur erreicht ist, läßt man die Oele in den unteren Theil des heißen Reinigers gelangen und durch denselben hinaufziehen, wonach man es in gebräuchlicher Weise condensirt. Auch mit Thon- und Eisenoxydhydrat soll die Entschwefelung auf die nämliche Weise ausgeführt werden können.

100 Th. Theer aus Torf lieferten an gereinigten Producten:

Solaröl von 0,865 spec. Gewicht	26,4 Th.
Photogen „ 0,830 „ „	20,7 „
Paraffinmasse	23,3 „
rohe Phenylsäure (Torfkreosot)	11,0 „
	81,4 Th.

§. 172.

Als Anhang zu dem Solaröl seien angeführt 1) das Pinolin und 2) das Oleon.

Das erstere, nichts anderes als ein gereinigtes Harzöl wird nach den Angaben von Vohl (1858) auf folgende Weise dargestellt: Die Destillirblase, deren Capacität beiläufig 500 Kilogr. Harz betragen muß, wird mit

Harz beschickt und destillirt. Im Anfange geht das in dem Harze enthaltene Wasser nebst 2 Proc. eines leichten ätherischen Oeles über, welches man gewöhnlich mit dem Namen Essenz bezeichnet. Diese Essenz wird mit Aetznatronlauge behandelt und dann mittelst Wasserdämpfen destillirt. Dieses Product, welches dieselbe Zusammensetzung hat wie das unter dem Namen Camphin bekannte rectificirte und gereinigte Terpentinöl, ist das Pinolin.

Verschieden von dem Pinolin ist das Oleon, welches aus dem abgängigen Seifenwasser der Fabriken und großen Städte durch Destillation dargestellt wird. Zur Gewinnung der fetten Säuren werden die Seifenflüssigkeiten mit einigen Procenten Chlorcalciumlösung versetzt, wodurch alle fetten Säuren an Kalk gebunden, sich in Form von Kalkseife ausscheiden. Durch ein Seihetuch wird die Flüssigkeit von dem Niederschlag getrennt und letzterer durch ein schwaches Drücken von dem größten Theil des ihm mechanisch anhängenden Wassers befreit; alsdann wird er mit 10 Proc. ungelöschtem grobkörnigen Kalk vermischt, und nun entweder in einer eisernen Retorte oder einem gußeisernen Kessel, der mit einem flachen Hute versehen ist, der trocknen Destillation unterworfen. Im Beginn der Destillation treten Wasserdämpfe in reichlicher Menge auf, die jedoch bald nachlassen und nun brenzlich riechenden Dämpfen Platz machen. Sobald mit heller Flamme brennende Gase erscheinen, beginnt die eigentliche Zersetzung. Die sich entbindenden Gase werden in die Feuerung unter den Kessel geleitet. Durch eine gute Kühlung ist das Entströmen der leicht flüchtigen Oele zu vermeiden. Wenn das Gas nur noch mit einer hellblauen Flamme brennt und größtentheils aus Kohlenoxyd besteht, ist die Operation beendigt; man findet dann in der Vorlage eine wässerige Flüssigkeit, auf welcher eine bedeutende Menge einer butterartig erstarrten Masse schwimmt, die einen durchdringenden Geruch nach verbranntem Fett besitzt. Nachdem das Wasser von dem ölartigen Product entfernt ist, wird letzteres in einem eisernen oder kupfernen Kessel der Destillation unterworfen, wobei man ein Drittel sehr flüchtiges und flüssigbleibendes Oel erhält; das zweite Drittel ist dickflüssig und das letzte erstarrt in der Kälte. Diese drei verschiedenen Producte werden nach der für das Photogen und das Solaröl angegebenen Methode behandelt. Durch das Abblasen erhält man ein wasserhelles, wenig Geruch besitzendes leichtes Oel von 0,800 spec. Gewicht, welchem H. Vohl den Namen Oleon gegeben hat, um theils seine Herkunft, theils seine acetonähnliche Zusammensetzung zu bezeichnen. Es ist ein vortreffliches Beleuchtungsmaterial und dem Verharzen nicht unterworfen.

§. 173.

Das Erdöl oder Petroleum.

Seit dem Jahre 1859 ist das Erdöl, Petroleum, Steinöl für Beleuchtungszwecke ein wichtiger Handelsartikel geworden, der von Tag zu Tage eine größere Bedeutung erlangt und dessen industrielle Tragweite in ihrem ganzen Umfange noch nicht im geringsten geschätzt werden kann.

Das Erdöl oder Petroleum wurde schon im Alterthume vielfach benutzt. Es bestanden Gewinnungen auf der Insel Zante, die einen Theil von Griechenland damit versorgten, das Petroleum von Agrigent wurde unter dem Namen des sicilianischen Oeles in den Lampen verbrannt. Das verdickte Erdöl (Erdpech oder Asphalt), dessen man sich an Stelle des Mörtels beim Bauen in Babylonien bediente, kam aus Quellen in der Nähe des Euphrats. Der Erdtheer wurde auch zur Mumienbereitung und zu verschiedenen anderen Zwecken angewendet, so scheint es, daß die Alten zur Darstellung gewisser schwach gebrannter, schwarz gefärbter Thongefäße sich eines Zusatzes von Asphalt bedient haben. Syrien und Mesopotamien und andere Länder Mittelasiens enthalten überhaupt große Massen verdickten Erdöles, unter die Fundorte gehört auch das todte Meer, welches ja früher der Asphaltsee (lacus asphaltites) hieß. Selten erscheint es in solcher Menge, daß Seen dadurch gebildet werden, wie solches auf Trinidad der Fall ist, wo der Pitch-Lake aus Bergtheer besteht, welcher nach der Verschiedenheit der Temperatur bald mehr, bald weniger zähe ist.

Das Erdöl quillt an vielen Orten zu Tage, so zu Amiano unweit Parma, das daselbst gewonnene Oel wurde noch im vorigen Jahrhundert für die Beleuchtung einiger Städte, namentlich in Genua verwendet; es kommt ferner als Quelle vor zu Tegernsee in Bayern, in der Schweiz bei Neufchatel, zu Lehrde bei Hannover, zu Kleinschöppenstedt in Braunschweig [1]), in den Pyrenäen, in Galizien u. s. w. Außerdem liefert nicht nur die Halbinsel Apscheron an der Westküste des caspischen Meeres eine große Menge Erdöl oder Naphta [2]), sondern auch auf der an der Ostküste der Caspissees liegen-

[1]) Zu Kleinschöppenstedt bei Braunschweig hat man seit lange Erdölquellen gekannt, welche neuerdings nach Stoßung einer Reihe von Bohrlöchern täglich 20—25 Centner Erdöl liefern.

[2]) Roßmäßler (Wagners Jahresbericht 1862 p. 685) sagt: Ungefähr im Mittelpunkte der Halbinsel liegt das Tartarendorf Balachanu, der Centralpunkt aller Erdölquellen, die hier die Zahl Hundert übersteigen und von außerordentlicher, durch regelmäßiges Schöpfen noch gesteigerter Ergiebigkeit sind.

den Insel Tschelekän (39,5° n. B.) finden sich mehr als 3400 Erdölbrunnen, welche jährlich 136,000 Pud (54,400 Centner) Erdöl verschiedener Art in den Handel liefern. Auch in Birma oder Burmah in Hinterindien, an den Ufern des Irawaddy kommt das Erdöl in solcher Menge vor, daß von dort jährlich 400,000 Fässer, jedes von ungefähr 6 Centner Gewicht ausgeführt wurden. Am massenhaftesten aber findet sich das Erdöl in Nordamerika und zwar in Schichten, welche dem Alleganygebirge parallel liegen und sich vom Ontario-See bis in das Thal des kleinen Kanawha in Virginien verbreiten. Der Streifen befaßt die westlichen Grafschaften des Staates von New-York und von Pennsylvanien, einen Theil von Ohio und die an den Ohio grenzenden Theile des gleichnamigen Staates. Die Oelgewinnungen in dem Kanawhagebirge sind seit 1856 in Betrieb und liefern jährlich gegen 100 Fässer à 150 Liter. Die hauptsächlichsten Oelquellen sind aber zu Mecca (Grafschaft Trumhall, Ohio) und zu Titusville, Oil-City, Rouseville, M'Clintockville (Grafschaft Venungo, Pennsylvanien). Das Gebiet der Bohrlöcher heißt *Oil-creek*. Die Bohrlöcher sind 22—23 Meter tief und hunderte derselben vorhanden. Man unterscheidet Bohrlöcher mit beständigem Oelausfluß (*flowing well*), und Bohrlöcher, aus welchen das Oel gepumpt werden muß (*pumping well*). In Virginien, Pennsylvanien und Ohio befindet sich das Oel meist in den Gebirgsspalten, welche nahe vertical niedersetzen. Das Gestein ist ein Sandstein; die Ergiebigkeit an Oel steht in directem Verhältniß mit der Anzahl der vorhandenen Spalten. Die Tiefen, in welchen die Bohrlöcher das Oel erreicht haben, sind sehr verschieden, und ebenso verschieden ist die Beschaffenheit des Oeles in der Farbe und Consistenz, es kommen diese Abweichungen selbst in geringen Entfernungen von einigen Schritten vor. In dem einen Bohrloch ist das Oel gelb, in dem andern dunkelgrün, und bald kommt mit ihm süßes, bald salziges Wasser zu Tage. Man hat bemerkt, daß oft die oberen Theile der Spalten mit Gas erfüllt sind, darunter folgt erst das Oel, welches wiederum auf Wasser schwimmt. Die meisten Oelquellen scheinen untereinander in Verbindung zu stehen, so daß das Oel in der einen sinkt, wenn es aus der andern ausgepumpt wird. In Pennsylvanien vermindert sich auch der Ausfluß bei angestrengtem Betriebe.

In der Hauptölregion in Pennsylvanien, in dem sogenannten *Oil-dorado*, ist die gegenwärtige Ausbeute auf 75,000 Barrels per Woche anzunehmen (= 3,150,000 Gallonen oder 208,000 preußische Eimer), man glaubt aber dieselbe durch Anlage von mehr Brunnen auf 200,000 Barrels per Woche bringen zu können.

In Canada wird das Erdöl in zwei verschiedenen Gegenden gewonnen,

nämlich zu Gaspe, beim Busen von St. Lorenz, und in der Grafschaft Lambton, am westlichen Theile der Halbinsel zwischen dem Huronen-, Erie- und Ontariosee, namentlich in dem District von Enneskillen. Die Bohrlöcher liegen zerstreut in dem Thale Bear-Creek. Im Jahre 1860 schätzte man die Gewinnung schon auf 300,000 — 400,000 Gallonen. Die Gesammtquantität Oel, welches der Oelbezirk in Lambton in 24 Stunden zu Tage bringen könnte, wenn genügender Absatz dafür vorhanden wäre, schätzt man auf 8 — 10,000 Fässer. Auf die Colonisation hat die Entdeckung des Mineralöles höchst vortheilhaft gewirkt. Die Gegend von Enneskillen war vor wenigen Jahren noch mit dichten Wäldern bedeckt und kaum bewohnt. Jetzt ist Wyoming, eine Station der Great-Western-Eisenbahn, eine kleine Stadt von tausend Seelen und das Dorf Black-Creek, in der Mitte der Oelregion neu entstanden.

§. 174.

Was die Bildung des Petroleums anlangt, so existiren darüber verschiedene Hypothesen. Nach der einen Ansicht, die von Bianconi und d'Halloy[1]) ausgesprochen wurde und welcher auch Virlet[2]) und Naumann[3]) zugethan zu sein scheint, steht das Vorkommen von Erdölquellen, Salzquellen und Entwickelung von brennbaren Gasen in der Natur in einem Zusammenhange, welchen man durch die Annahme zu erklären versucht hat, daß in der Tiefe Lager von Steinsalz vorhanden sind, welches nach den bekannten Beobachtungen von Dumas, H. Rose und Bunsen[4]) oft Kohlenwasserstoff im comprimirten Zustande enthält, daß dieses Steinsalz von unterirdischen Wässern gelöst, dabei das Gas frei gemacht wird und nun theils solches zum Ausströmen gelangt, theils in Folge starker Compression im condensirten Zustande als Naphta ausfließt. Das aus dem sogenannten Knistersalz von Wieliczka beim Auflösen sich entwickelnde Gas besteht nach einer Analyse Bunsen's[5]) aus 84,60 Th. Grubengas, 2,58 Th. Kohlensäure, 2,00 Th. Sauerstoffgas und 10,53 Th. Stickstoff. Durch Verdichtung des Grubengases (C_2H_4) könnte allerdings der flüssige, dem Grubengas

---

[1]) O. d'Halloy, Précis élement. de Géologie p. 678.

[2]) Virlet, Bullet. de la soc. géolog. IV. p. 206.

[3]) Naumann, Lehrbuch der Geognosie, Bd. I. p. 302.

[4]) G. Bischof, Lehrbuch der chem. u. phys. Geologie, Bd. II, Abtheil. 3. p. 1752.

[5]) Poggend. Annal. XLVIII. p. 353.

homologe Kohlenwasserstoff $C_{12}H_{14}$, der einen Hauptbestandtheil der flüchtigsten Theile des Erdöles ausmacht und das Paraffin $C_{40}H_{42}$ sich bilden. Dieselbe Association von Petroleum, Steinsalz und brennbaren Gasen findet man nicht nur in den bayerischen Alpen, in Toscana, Modena und Parma, in den Karpathen (sowohl galizischer Seite in Wieliczka, als auch ungarischer Seite bei Szlatina), sondern auch an allen anderen Orten, wo Petroleum massenhaft auftritt, so auf der Halbinsel Apscheron am Caspissee, in Mesopotamien, in Kurdistan, in den beiden Indien, besonders in Burmah, und an unzähligen Punkten im Gebiete der großen nordamerikanischen Salzformation, wo, wie oben erwähnt, die meisten Bohrbrunnen mit der Salzsoole Kohlenwasserstoffgase in reichlicher Menge und viele derselben auch Petroleum liefern.

Nach einer anderen Ansicht ist das Erdöl das Product der langsamen Zersetzung von vegetabilischen und thierischen Substanzen und der Neubildung von andern chemischen Verbindungen ihrer Elemente, welche in dem Erdöl und in den damit ausströmenden Gasarten nachweisbar sind. Die nordamerikanischen Geologen halten dafür, daß es Anhäufungen von Seepflanzen, vorzüglich von Fucusarten und von ehemaligen thierischen Meeresbewohnern seien, welche das ursprüngliche Material zu dem Mineralöl dargeboten haben, und daß das in jener Weise entstandene Erdöl in den Gebirgsschichten enthalten sei, welche mit den Bohrlöchern durchstoßen werden. Eine sehr langsame Destillation fördere dann aus diesen mit Oel erfüllten Schichten und ihren Spalten dasselbe in die Bohrlöcher und weiter bis an die Oberfläche. Das aus den Gesteinschichten kommende Oel wird in den Bohrlöchern von aufsteigenden Wasserquellen getragen, und steigt, wenn der hydrostatische Druck mächtig genug ist, springbrunnenartig über die Erdoberfläche empor und bildet dann artesische Brunnen, welche Wasser und Erdöl ergießen.

Da das Erdöl Paraffin enthält und außerdem flüssige Kohlenwasserstoffe, welche denjenigen ähnlich sind, welche bei der trocknen Destillation von vegetabilischen Körpern sich bilden, so schloß man, daß es gleichfalls ein Product der trocknen Destillation sei. Nach den bisherigen Beobachtungen über die Temperaturzunahme würden Mineralkohlenlager, welche in einer Tiefe von ungefähr 8000 Fuß liegen, der Siedetemperatur des Wassers ausgesetzt sein. Nur bei einer solchen Temperatur könnte Erdöl aus den Schichten, welche es bereits fertig gebildet enthalten, destilliren und sich in den höheren Schichten condensiren; zu der Bildung des Erdöles durch trockne Destillation würde natürlich eine weit höhere Temperatur gehören, die einer

Tiefe der Schichten entsprechen würde, die nicht wohl vorausgesetzt werden kann [1]).

Nach Nöggerath u. A. ist es einfach die Schwere der großen auflastenden Masse, der dadurch erzeugte bedeutende Druck, welcher das Petroleum aus den Kohlen oder Schiefern auszupressen und in die vorhandenen Spalten zu drücken vermag, in welchen ebenfalls aufsteigende Quellwasser vorhanden sind. Die Bohrlöcher communiciren mit diesen Spalten, und so liegt es in der Nothwendigkeit, daß das Mineralöl und das Wasser durch hydrostatischen Druck an die Oberfläche gefördert wird. Daß aber die Bohrlöcher ihre dermalige Production beibehalten, ist kaum anzunehmen. Die Zeit, wie lange sie ihr Mineralöl fließen lassen, wird abhängen von der Menge desselben, welche in den Schichten enthalten ist, und von der Leichtigkeit, mit welcher diese das Oel abgeben. Immer mag es noch eine sehr lange Zeit währen, ehe die weit verbreiteten Schichten davon mehr oder weniger erschöpft sein werden. Niemand kann dafür ein Zeitmaß angeben; giebt es doch Steinölquellen, welche schon im hohen Alterthum geflossen haben und noch immer Steinöl in reichlicher Menge liefern. Neue Bohrlöcher werden wieder Steinöl liefern, wenn die alten der Erschöpfung nahe sind.

Aus Vorstehendem folgt, daß wir in Bezug auf die Bildung des Petroleums noch nicht weit aus dem Bereiche der Hypothesen uns entfernt haben. So viel scheint jedoch gewiß zu sein, daß Steinöl, Paraffin und Kohlenwasserstoff (Grubengas) in Bezug auf ihr Vorkommen und ihre Bildungsweise in einem innigen Zusammenhange stehen und daß die beiden ersteren aus dem letzteren sich bilden können. Da nun das Grubengas ein Product ist sowohl der trocknen Destillation, als der freiwilligen Zersetzung pflanzlicher und thierischer Stoffe unter Mitwirkung des Wassers, so kann allerdings die Bildung des Steinöles aus dem Grubengas par excellence angenommen werden. Das Vorkommen von fertig gebildetem Paraffin in Torfmooren, von paraffinähnlichen Körpern wie von Fichtelit in fossilem Holze steht damit möglicherweise im Zusammenhange.

---

[1]) Nöggerath, der kürzlich eine kritische Zusammenstellung der verschiedenen Ansichten über die Bildung des Erdöles gegeben hat, sagt: das Erdöl könne nicht aus den Schichten, die es enthalten, durch Destillation ausgetrieben worden sein, weil „sonst das aus den Bohrlöchern tretende Oel eine hohe Temperatur haben müßte." Diese eigenthümliche Schlußfolgerung erinnert lebhaft an die kindliche Anschauungsweise des Londoner Publikums zur Zeit der Einführung des Leuchtgases (vergl. Anmerkung 2, Seite 243), die sich von der Meinung nicht loszusagen vermochte, daß das aus der glühenden Gasretorte entwickelte Leuchtgas anders als heiß sein könne: „Nicht selten sah man Vorübergehende auf den Straßen die Gasleitungsröhren anfassen, um den Hitzgrad derselben zu ermitteln."

Beim Auflösen von gewissen Gußeisensorten in Salzsäure oder verdünnter Schwefelsäure bilden sich zuweilen auf der Oberfläche der Flüssigkeit Oeltröpfchen von flüssigen Kohlenwasserstoffen, deren Geruch an den des Steinöles erinnert.

§. 175.

Die meisten Steinöle können nicht ohne weiteres in dem Zustande, in welchem sie sich finden, als Leuchtmaterial verwendet werden, fast sämmtlich bedürfen dieselben einer Reinigung, die je nach der Natur und der Consistenz des Oeles auf verschiedene Weise ausgeführt wird. Die auf der Halbinsel Apscheron in der Umgegend von Baku vorkommenden Oele sind meist farblos und werden direct zur Speisung der Lampen benutzt, bei ihnen genügt eine einfache Destillation zur vollkommenen Reinigung. Das Erdöl von Rangoon (Birma) ist in Folge seines großen Gehaltes an Paraffin (Belmontin) bei gewöhnlicher Temperatur butterartig und wird deshalb auf Paraffin verarbeitet. Die Oele von den ostindischen Inseln haben in Folge beigemengter geschwefelter Verbindungen einen höchst unangenehmen Geruch. Solche Erdöle können nur nach einer kräftigen Reinigung — mittelst Natronlauge und Schwefelsäure — als Leuchtmaterial Anwendung finden. Die Erdöle des nördlichen Theiles der nordamerikanischen Union und Canada's haben sehr verschiedene specifische Gewichte, so besitzt das Erdöl aus der Grafschaft von Venango in Pennsylvanien eine Dichte von 0,8, von anderen Localitäten aber 0,85, und selbst 0,9 spec. Gewichte. Der Werth des Steinöles und die Art des Reinigungsprocesses hängt sehr von dem specifischen Gewichte ab; die leichteren Sorten liefern 90 Proc. eines in Photogen und Solaröl sich spaltenden Oeles, die schwerern dagegen enthalten viel Theer und geben nur 40—50 Proc. Lampenöl. Was die Reinigungsmethoden des Erdöles betrifft, so bestehen dieselben in der Behandlung entweder mit Alkalien (Aetznatron) und Säuren (Schwefelsäure), oder mit Alkalien allein neben der Anwendung von Wasserdämpfen von verschiedener Temperatur.

Wenn man die chemischen Eigenschaften der auf der Erdoberfläche bekannten Erdöle als Eintheilungsgrund betrachtet, so kann man die natürlichen Mineralöle in zwei Hauptabtheilungen bringen, nämlich

1) in die sogenannten Naphten, von welchen das amerikanische Erdöl, so wie es im Handel sich findet, als Typus betrachtet werden kann. Sie haben folgende Zusammensetzung

	Kohlenstoff	Wasserstoff
Erdöl von Amiano in Parma	85,65	13,31
Persisches Steinöl	86,43	14,17
Oel von Apscheron (Baku)	85,85	14,51
Oel von Pennsylvanien	82,08	12,32
Oel von Canada	85,31	13,65
Oel von Tegernsee in Bayern	83,23	15,07

Die chemische Constitution dieser Oele ist noch nicht genügend erforscht; wenn man jedoch die älteren Untersuchungen der Erdöle von Saussure, Pelletier und Walter, A. Buchner, v. Kobell, Heß, Dumas, Boussingault mit den neueren Arbeiten von de la Rue und H. Müller (Rangoontheer oder Naphta von Burmah), Bussenius, Eisenstuck und Uelsmann (Erdöl von Lehrde bei Hannover), Pebal und Freund (galizisches Steinöl), Pelouze und Cahours, E. Kopp, Bolley, Silliman, Mowbray, Wiederhold, welche letzteren sich mit den Untersuchungen des amerikanischen Erdöles beschäftigten, vergleicht, so scheint sich zu ergeben, daß alle Erdöle, gleichviel von welcher Consistenz, ob dünnflüssig wie das Erdöl von Pennsylvanien und von Baku, oder von Butterconsistenz wie der Rangoontheer, Gemenge sind von mindestens vier Classen von organischen Verbindungen, nämlich

1) aus den homologen höheren Gliedern der Elaylreihe (C_4H_4), namentlich aus

Hexylen	$C_{12}H_{12}$	Caprylen	$C_{16}H_{16}$
Oenanthylen	$C_{14}H_{14}$	Nonylen	$C_{18}H_{18}$

vielleicht hinauf bis zu dem Melen oder Wachsparaffin $C_{60}H_{60}$, welches bei 62° schmilzt;

2) aus den homologen höheren Gliedern der Reihe, von welcher das Sumpfgas (Methylwasserstoff, C_2H_4) das erste ausmacht, namentlich aus Caproylhydrür $C_{12}H_{14}$, welches einen Hauptbestandtheil des flüchtigeren Theiles des amerikanischen Erdöles ausmacht und (gleich dem Sumpfgas) mit wenig leuchtender Flamme brennt; in diese Classe gehören, wie es scheint, die meisten Paraffine der Formel $C_{40}H_{42}$, $C_{42}H_{44}$ und $C_{44}H_{46}$, welche in größerer oder geringerer Menge in dem Petroleum gelöst vorkommen;

3) aus Gliedern der Phenylreihe und zwar aus

Benzol (Phenylhydrür)	$C_{12}H_6$
Toluol	$C_{14}H_8$
Xylol	$C_{16}H_{10}$
Cumol	$C_{18}H_{12}$
Cymol	$C_{20}H_{14}$

4) aus den Homologen der Phenylsäure $C_{12}H_6O_2$ (letztere nur in sehr geringer Menge).

§. 176.

Die Technologie des Erdöles gehört der allerneuesten Zeit an und datirt erst vom Bekanntwerden des amerikanischen Erdöles. Von den technischen Untersuchungen der letzteren seien einige angeführt. Silliman[1]) erhielt bei der Rectification des rohen amerikanischen Oeles folgende Dichten und Siedepunkte der erhaltenen Producte:

Spec. Gewicht	Siedepunkt
0,733	150°
0,752	160°
0,766	170°
0,800	200°
0,854	270°

Fr. Weil[2]) erhielt bei der Destillation von 100 Th. pennsylvanischem Erdöl 90,14 Th. rohes gelbes Oel, 5,64 Th. Asphalt, 4,22 Th. Gas und Verlust. Die 90,14 Th. rohes Oel gaben bei der Destillation

Naphta (Siedepunkt 65—100°)	7,64
Flüssige Kohlenwasserstoffe (Siedepunkt 100—200°)	27,50
Flüssige Kohlenwasserstoffe (Siedepunkt 200—250°)	15,28
Gelbroth gefärbte Kohlenwasserstoffe, kleine Mengen Paraffin enthaltend (zwischen 250 u. 315° übergehend)	35,33
Dickes rothbraunes Oel, viel Paraffin enthaltend	1,00
Gasige Kohlenwasserstoffe und Kohle	3,39
	90,14

Diese 90,14 Th. Rohöl gaben 73,0 Th. gereinigtes Oel, welches letztere in 100 Th. 4,7 Th. Naphta, 55,0 Th. Solaröl und 12,0 Th. Paraffinöl lieferte.

Nach Mowbray gab das amerikanische Rohöl:

---

1) Vergl. Répertoire de chimie appliq. 1862 p. 416.

2) Wagner's Jahresbericht 1862 p. 667.

Leichte Essenz (Benzin)		15,0
Leichtes Oel von	0,745—0,764 spec. Gewicht	10,0
Leichtes Lampenöl von	0,768—0,78 „ „	12,0
Mittelleichtes Lampenöl von	0,79 —0,80 „ „	25,0
Schweres Lampenöl	0,80 —0,825 „ „	20,0
Paraffinhaltiges Oel (bei 5° C. 1,3 Proc. abscheidend)		12,0
Verlust		6,0
		100,0

Das canadische Petroleum gab Muspratt:

Naphta von 0,794 spec. Gewicht	20,0
Solaröl „ 0,837 „ „	50,0
Paraffinöl	22,0
Theer	5,0
Kohlenrückstand	1,0
Verlust	2,0
	100,0

Galizisches Erdöl lieferte Hasse bei der Untersuchung:

weißes Photogen von 0,815 spec. Gewicht	50 Proc.
goldgelbes Solaröl „ 0,850 „ „	33,3 „
röthliches paraffinhaltiges Oel	13,6 „

Bleekrode endlich fand bei der Analyse eines Erdöles von Java, daß dasselbe eine Lösung von 40 Proc. Paraffin in 60 Proc. eines Oeles von 0,780 spec. Gewicht sei, dessen Siedepunkt von 90 bis zu 190° C. variirt.

§. 177.

Das rohe Erdöl darf aus Amerika wegen seiner außerordentlichen Gefährlichkeit nicht mehr versendet werden. In der Union besteht ein Gesetz, wonach jedes Faß Erdöl einer Untersuchung zu unterwerfen ist, bevor es in den Handel kommt, und wonach kein Oel zugelassen werden darf, welches bei einer Temperatur unter 100° Fahrenheit (= 38° C.) brennbare Dämpfe entwickelt. Auch in England hat man bereits ein ähnliches Gesetz (*Petroleum-Bill*) erlassen. Man ist daher genöthigt, das rohe Erdöl einer theilweisen Destillation zu unterwerfen, um die flüchtigsten Bestandtheile, die

sogenannte Naphta, von 0,715 spec. Gewichte, die bereits unter 60° zu sieden beginnt, davon zu trennen. Wiederhold (in Cassel) fand bei einer fractionirten Destillation, daß die Naphta enthalte

48,6	Proc.	Oele	von	0,70	spec. Gewicht,	bei	100°	siedend	(a)
45,7	„	„	„	0,73	„	„	„ 200°	„	(b)
5,7	„	„	„	0,80	„	„	über 200°	„	(c)

Letzteres (c) stimmt in seinen Eigenschaften mit dem raffinirten Petroleum überein; (a) ist selbstverständlich wegen seiner Flüchtigkeit und Feuergefährlichkeit als Lampen-Leuchtmaterial nicht zu verwenden; das Destillat (b), welches man Erdölphotogen nennen könnte, kann dagegen mit Vortheil in zweckmäßig construirten Lampen gebrannt werden. Die Naphta kann Anwendung finden zum Carburiren des Leuchtgases (vergl. Seite 379)[1], als Ersatz des Terpentinöles (Kautschuk, Asphalt und Terpentin lösen sich in der Naphta, schwerer löslich erscheinen Colophonium, Mastix, Dammar, fast nicht werden gelöst Bernstein, Copal, Körnerlack und Schellack), anstatt des Schwefelkohlenstoffes zur Extraction fetter Oele (vergl. Bd. III. p. 825), statt Benzol zur Entfernung der Fettflecken, zur Conservation anatomischer und ähnlicher Präparate; unter dem Namen *Sherwood-Oil* findet der flüchtigste Theil des Petroleums in England als Anästheticum Anwendung. — Daß man die Naphta und überhaupt das Petroleum als Material der Gasfabrikation zu benutzen versucht hat, wurde schon Seite 389 angeführt. Hier sei nur nachgetragen, daß König in Mannheim aus 20 Liter = 32 Pfd. Petroleum 1000 Cubikfuß Gas von dreifacher Leuchtkraft wie die des Kohlengases erhielt.

Das raffinirte amerikanische Petroleum ist eine opalisirende Flüssigkeit von etwas gelblicher Farbe und von 0,81 spec. Gewichte. Der Siedepunkt des Oeles liegt bei 150° C. Es mischt sich nicht mit Wasser, Alkohol und Holzgeist, dagegen leicht mit Schwefelkohlenstoff, Aether und Terpentinöl. Von Harzen und ähnlichen Stoffen wird nur Asphalt, Elemi und venetianischer Terpentin in der Wärme in namhafter Menge gelöst. Kautschuk wird erweicht, quillt auf und löst sich in der Wärme vollständig. Wiederhold erhielt beim Destilliren des raffinirten Petroleums

Oel	von	0,74	spec. Gewicht	bis	200°	destillirend	12 Proc.
„	„	0,815	„	„	über 200°	„	88 „

---

[1] M. Zängerle macht den Vorschlag, die Gasuhr statt mit Wasser mit Naphta zu füllen, in welchem Falle die Gasuhr zugleich einen Carbonisateur ersetzt.

Beim Eindampfen des Oeles erhält man 10 bis 11 Proc. eines paraffinhaltigen, bei gewöhnlicher Temperatur erstarrenden Rückstandes.

Das unter dem Namen Kerasin seit einiger Zeit als Leuchtstoff vielfach verwendete Product ist durch Destillation aus dem amerikanischen Erdöle dargestellt worden. Es hat ein specifisches Gewicht von 0,80—0,82. Identisch mit dem Kerasin scheint das Pitt-Oel zu sein.

Die Kerzenfabrikation[1]).

§. 178.

Allgemeines und Geschichtliches.

Zur Geschichte der Kerzen (bougies, *candles*) folgende Notizen: Den Römern waren nach den Nachrichten, die Livius und Plinius uns überliefert haben, neben den Lampen auch die Kerzen nicht unbekannt. Genannte Schriftsteller führen an, daß mit Harz, Wachs, Pech und Fett getränkte Dochte aus Flachsfaser, ebenso wie das mit Fettmaterialien imprägnirte Mark gewisser Schilfrohr- oder Binsenarten zu Beleuchtungszwecken Anwendung fanden. Es wird behauptet, daß die ersten eigentlichen Kerzen zur Zeit der Christenverfolgung von Seite der römischen Kaiser verfertigt worden seien, eine Behauptung, die dadurch unterstützt wird, daß in der That seit jener Zeit die Römer bei allen Kirchenfesten Kerzen anzuzünden pflegten. Beckmann sagt in seinen Beiträgen zur Geschichte der Erfindungen, daß Kaiser Konstantin (306 bis 337 n. Chr.) die Anordnung getroffen habe, zur Feier des Christabends ganz Byzanz mit Lampen und Wachskerzen zu erleuchten. Im Mittelalter wurden die Kerzen und Fackeln aus Wachs zu

---

[1]) Literatur: E. Ronalds and Th. Richardson, Chemical Technology (with which is incorporated a revision of Dr. Knapp's Technology), London 1855, Vol. I. Part II. p. 386—466; Payen, Précis de chimie industrielle, Paris 1859, Tome II. p. 567—603; Dumas, Handbuch der angewandten Chemie, Nürnberg 1844; Bd. VI. p. 698—706; Bolley, Das Beleuchtungswesen (Handbuch der chem. Technologie, B. I. 2. Gruppe), Braunschweig 1862; Varrentrapp, Artikel Stearinkerzenfabrikation im Handwörterbuch der Chemie, Bd. VIII. p. 201—213; Prechtl's Encyclopädie, Bd. 8; Amtl. Bericht der Ausstellung in London 1851; Berlin 1853; Bd. III. p. 488—503; Artikel Kerzen; A. Girard, Dictionnaire de chimie appliquée, Paris 1862 p. 191—239. — Ferner Wagners Jahresberichte der chemischen Technologie von 1855—1863 geben eine vollständige Uebersicht über die Fortschritte der Kerzenfabrikation.

kirchlichem und häuslichem Gebrauche eingeführt. Vor dem allgemeinen Gebrauche der Uhren wendete man, wie es scheint, neben der Sand- und Wasseruhr auch die Branduhr von Wachskerzen von bestimmter Länge und Dicke als Mittel zur Zeitbestimmung an. Im 15. Jahrhundert kamen die Unschlittkerzen mit Baumwolldocht auf, namentlich die gezogenen, die die allein üblichen waren, bis mit Beginn des laufenden Jahrhunderts an die Stelle des gezogenen Lichtes die gegossene Kerze trat, und es der Chemie gelungen war, nach und nach in der Stearin- und Palmitinsäure und in dem Paraffin anstatt des weichen und laufenden Talges harte und wachsähnliche Materialien zu erzeugen und sie der Kerzenfabrikation zur Disposition zu stellen.

Wir beschreiben nun im Folgenden die Fabrikation 1) der Stearinkerzen, 2) der Paraffinkerzen, 3) der Wachs- und Wallrathkerzen, 4) der Talgkerzen, woran sich die Darstellung und die Verwendung des Glycerins knüpfen wird.

§. 179.

1) Die Fabrikation der Stearinkerzen.

Das Material der Stearinkerzenfabrikation ist gegenwärtig Palmöl (vergl. Bd. II. p. 417) und Talg. Durch die Untersuchungen von Heintz, welche sich an die von Chevreul anschließen, hat sich ergeben, daß die beiden Fette aus Palmitinsäure, Stearinsäure und Oelsäure und Glycerin bestehen. Diejenige Säure, welche von Chevreul Margarinsäure genannt worden ist, erwies sich als ein Gemenge von Palmitinsäure und Stearinsäure.

Die Grundlage der Stearinkerzenfabrikation ist die im Jahre 1813 von Chevreul ermittelte Verseifung der Fette und die Abscheidung der Fettsäuren aus der verseiften Masse. Damit war jedoch die Aufgabe keineswegs gelöst. Wer mit dem Wesen des gewerblichen Betriebes bekannt ist, kennt auch die Kluft zwischen dem Laboratorium des Chemikers und der Fabrik, er weiß, welche Zeit und Mühe es kostet und welcher Aufwand an Kapital und Intelligenz nicht selten erforderlich ist, um wissenschaftlichen Beobachtungen für Zwecke der Industrie Geltung zu verschaffen. Die ersten Schritte der Stearinkerzenfabrikation waren von Schwierigkeiten aller Art umgeben. Chevreul's Untersuchungen [1]) über die Fette waren zwar schon im Jahre 1823 veröffentlicht worden, allein erst zwei Jahre nachher scheint der Gedanke, die ausgeschiedenen festen Fettsäuren zur Kerzenfabrikation zu verwenden, zur

[1]) Chevreul, Recherches sur les corps gras, Paris 1823.

Reife gelangt zu sein. Im Jahre 1825 verband Chevreul sich mit Gay-Lussac zum Zwecke der industriellen Ausbeutung der Entdeckungen des ersteren. Beide Chemiker nahmen im genannten Jahre für die Abscheidung der Fettsäuren und ihre Verwendung zu Kerzen ein Brevet d'invention in Frankreich und Gay-Lussac unter dem Namen seines Agenten Moses Poole auch ein Patent in England. Obgleich diese Patente ihren Trägern niemals einen Gewinn abwarfen, so sind die Details derselben doch im hohen Grade beachtenswerth, indem sie darin fast alle Mittel beanspruchen, welche man bisher zur Anwendung gebracht hat, nicht allein die Verseifung mit Kalk, sondern auch die Zersetzung der Fette durch Schwefelsäure und durch Destillation, deren Entdeckung gewöhnlich Frémy (1836) zugeschrieben wird, obgleich sie in der That von dem Berliner Akademiker Achard (1777), dem nämlichen Manne herrührt, der sich durch die Einführung der Rübenzuckerfabrikation in Preußen so große Verdienste erworben hat. Die in dem ersten Patente empfohlenen Operationen glichen aber noch zu sehr den Methoden des analytischen Chemikers und waren für die gewerbliche Ausbeutung noch weit zu complicirt. Zur Verseifung benutzte man Aetzkali und Natron und zur Zersetzung der Seife die Salzsäure, deren Alkalisalze, wie sich in der Praxis ergab, selbst durch längere Zeit fortgesetztes Auswaschen nicht vollständig von den Fettsäuren getrennt werden konnten; sie sprechen in ihrem Patente sogar noch von der Anwendung von kaltem und heißem Alkohol zur Trennung und Reinigung der Fettsäuren. Es gab aber noch einen anderen Uebelstand: der gewöhnliche Docht nämlich war für die neuen Kerzen nicht anwendbar und es bedurfte vielfacher Versuche, um den geeigneten Docht ausfindig zu machen. Dieß gelang zwar zum Theil und die Patentinhaber waren noch im Jahre 1825 im Stande, in einem Zusatze zu ihrem Brevet auch diese Verbesserung in Anspruch zu nehmen, allein nicht, ehe bereits von anderer Seite ein Patent für eine der ihrigen ähnliche Erfindung gesichert war. Cambacérès erhielt ein Brevet für die Verbesserung der Dochte, wodurch der Werth des obigen Patentes sehr beeinträchtigt wurde. Genannter Techniker hatte beobachtet, daß der gewöhnliche Docht, aus parallelen Baumwollgarnfäden bestehend, sich in den Stearinkerzen bald verstopfe; es gelang ihm, diesen Uebelstand durch Behandeln des Dochtes mit verdünnter Schwefelsäure zu beseitigen, außerdem führte er die geflochtenen und gedrehten Dochte ein, wodurch das Putzen des Lichtes überflüssig wurde. Unter dem Einflusse der Spannung, in welcher sich die einzelnen Fäden des zopfartig geflochtenen Dochtes befinden, erleidet das aus der Kerzenmasse hervorragende Ende eine Krümmung, welche seine Spitze stets außerhalb der Flamme hält und ihr gestattet, in der Luft schnell zu verglimmen. Die

Stearinkerzenfabrikation wollte aber trotz alledem keine Wurzeln fassen, bis de Milly im Jahre 1831 auf dem Schauplatz erschien. Die Einführung und die Entfaltung des neuen Industriezweiges steht im innigen Zusammenhange mit der Julirevolution. De Milly war nämlich Kammerherr am Hofe Karl's X. Durch den Sturz der älteren Dynastie der Bourbonen aller Subsistenzmittel beraubt, suchte er seine vielseitigen technischen Kenntnisse zu verwerthen und gründete bereits im Jahre 1831 im Verein mit dem Doctor der Medicin Motard die erste Stearinkerzenfabrik in der Nähe der Barrière de l'Etoile zu Paris, daher der Name Sternkerzen (bougies de l'étoile), welchen man noch heutzutage häufig den Stearinkerzen giebt. De Milly machte die Fabrikation der Kerzen aus Stearinsäure erst dadurch ökonomisch möglich, daß er

a) mit Kalk, anstatt mit Kali oder Natron verseifte, wodurch der Preis des Productes wesentlich erniedrigt wurde;

b) durch ein neuconstruirtes System der Dampfheizung die Kalkseife durch Säure zersetzte;

c) sich zum Auspressen der flüssigen Oelsäure der hydraulischen Pressen bediente;

d) zum Tränken der Dochte Borsäure verwendete;

c) endlich die Kerzen anstatt zu ziehen, gießen lehrte.

Durch diese Verbesserungen gelang es, der neuen Industrie auch in andern Ländern einen Boden zu verschaffen und derselben in Frankreich selbst eine immer größere Ausdehnung zu geben.

Die Stearinkerzen erschienen unter dem Namen *Bougies d'acide margarique* [1]) — zum ersten Male auf der Pariser Ausstellung des Jahres 1834. Die Ausstellung des Jahres 1839 brachte außer den Kerzen von de Milly bereits solche von Tresca (bougies de l'éclipse), von Paillasson (bougies stéariques dites royales) u. s. w. In Deutschland treffen wir im Jahre 1840 Stearinkerzen von v. Schätzler in München, welche an Schönheit und Güte den Pariser Kerzen völlig gleich stehen. Ebenso lieferte zu gleicher Zeit die Fabrik von A. Cramer in Mögeldorf bei Nürnberg Kerzen, welche den Stearinkerzen sich näherten. In Berlin bürgerte sich der neue Industriezweig im Jahre 1835 durch die Bemühungen Oehmichen's ein, welcher eine Fabrik unter der Firma Maquet und Oehmichen begründete. Motard aus Paris, der Associée de Milly's gründete in Berlin im Jahre 1841 eine zweite Stearinkerzenfabrik. Durch

---

[1]) Nach A. de Colmont, Histoire des Expositions, Paris 1855 p. 287 fabricirten de Milly und Motard im Jahre 1834 bereits 60,000 Kilogr. dieser Kerzen.

Oehmichen ging die Fabrikation von Stearinkerzen auf verschiedene europäische Städte, so auf Warschau, Petersburg und Stockholm über. Es ist hier übrigens hervorzuheben, daß vom Jahre 1835 an bis 1847 Hempel in Oranienburg nach der von Runge gegebenen Vorschrift mit Hülfe von Kalk aus Palmöl Stearinkerzen herstellte, die unter dem Namen Palmwachskerzen viel Anklang fanden. Das nämliche Verfahren wurde im Jahre 1836 Blundel in Hull patentirt. In Oesterreich und zwar in Wien wurde 1837 von einem Bruder des Gründers der Stearinkerzenindustrie de Milly die Milly-Kerzen-Fabrik angelegt, daher auch die Stearinkerzen in Oesterreich vielfach Millykerzen (gegenwärtig auch Apollokerzen) genannt werden.

Obgleich nun die neue Kerzenfabrikation überall Fuß gefaßt hatte, so waren doch noch manchfache Schwierigkeiten zu besiegen, es mußten z. B. unzählige Versuche gemacht werden, ehe es gelang, die Krystallisation der Stearinsäure beim Gießen der Kerzen zu vermeiden. Man suchte sich anfangs durch Zusatz einer anderen Säure zu helfen, allein die Wahl dieser Säure, obgleich sie den Zweck nicht verfehlte, war eine unglückliche. Man war nämlich auf die arsenige Säure verfallen. Dieser Zusatz, der allerdings nur in geringer Menge gemacht wurde, war indessen mit den Forderungen der Sanitätsbehörde nicht vereinbar und mußte sehr bald auf dem Continente dem Verbote der Behörden, in England dem verdammenden Urtheile der nicht weniger mächtigen öffentlichen Meinung weichen. Die Mittel, welche man gegenwärtig anwendet, erfüllen ihren Zweck eben so gut, man setzt nämlich zu der geschmolzenen Stearinsäure einige Procente Wachs oder 10—20 Proc. Paraffin, oder was auch häufig geschieht, man läßt die geschmolzene Säure unter Umrühren beinahe zu ihrem Erstarrungspunkte erkalten, ehe man sie in die bis fast auf den Schmelzpunkt der Säure erhitzte Form eingießt. Durch das Abkühlen und Umrühren wird eine Art flüssigen Fettbreies erhalten, welcher nicht mehr krystallisirt.

§. 180.

Während die Stearinkerzenfabrikation auf dem angegebenen Wege immer größere Dimensionen annahm, hat sich seit dem Jahre 1840 eine neue Industrie gebildet, welche demselben Zwecke gewidmet, auf derselben Grundlage fußt, das vorgesteckte Ziel aber mit durchaus verschiedenen Mitteln zu erreichen strebt. Es ist dies die Verseifung der Fette mit Schwefelsäure, welche zuerst von Achard in Berlin 1777 beschrieben, von Chevreul und Gay-Lussac, vor ihnen auch von Macquer und Chaptal

gekannt, von Lefebvre 1829[1]) wieder erwähnt und von Frémy 1836 wissenschaftlich begründet worden ist. In einer Abhandlung, welche jedoch nur in gelehrten Zeitschriften publicirt wurde, zeigte Frémy[2]), daß die Einwirkung der Säuren und Alkalien viel Analogien habe. Beide Agentien zerlegen die Fette, aber während die Alkalien mit den Fettsäuren sich verbinden und das Glycerin frei wird (vergl. Bd. II. p. 431), vereinigt sich die Schwefelsäure sowohl mit den Fettsäuren als auch mit dem Glycerin. Es entstehen Sulfostearinsäure, Sulfopalmitinsäure, Sulfoleïnsäure und Sulfoglycerinsäure. Die drei erstgenannten sind aber nur von ephemerer Beständigkeit. Unter dem Einflusse des Wassers zerlegen sie sich in Fettsäuren, welche obenauf schwimmen, und Schwefelsäure, welche neben der Sulfoglycerinsäure in Wasser sich lösen.

Die erste Idee, Frémy's Versuchen eine praktische Anwendung zu geben, ging von Gwynne aus, welcher 1840 ein Patent nahm, in welchem er die Verseifung der Fette durch Schwefelsäure und die nachherige Destillation der resultirenden Producte beanspruchte. Die Destillation sollte jedoch im Vacuum vor sich gehen; darin lag der Grund, daß das Verfahren scheiterte. In dem nämlichen Jahre wurde ein ähnliches Patent von Clark für die Verseifung der Fette durch Schwefelsäure erworben. Allein obwohl er die Schwefelsäuremenge, welche Frémy bei seinen Versuchen im Kleinen im Verhältniß von 50 Proc. vom Gewichte des Fettes genommen hatte, auf 25 Proc. reducirte, so stieß er doch bei der Reinigung der Fettsäuren auf solche Schwierigkeiten, daß auch diese Versuche ohne Erfolg blieben.

Um der Schwefelsäureverseifung Eingang zu verschaffen, bedurfte es einer weitern praktischen Ausbildung der zweiten Operation, welche bereits schon von Gwynne, aber ohne Erfolg, versucht worden war, nämlich der Destillation. In dem oben erwähnten Patente vom Jahre 1825, welches Gay-Lussac in England nahm, und das in Folge seiner universellen Auffassung der Frage ein interessantes Actenstück in der Geschichte der Technologie ausmacht, ist bereits von der Destillation der Fette die Rede, und beiläufig wird bemerkt, wie sehr dieselbe durch das Vorhandensein von Feuchtigkeit befördert werde. Dieses Patent kam aber nie zur Realisation. Erst im Jahre 1841 nahm Dubrunfault (in England und Frankreich) Patente auf die Reinigung der fetten Körper und ihre Destillation; da sich aber bei der Zersetzung der neutralen Fette durch die Wärme Acroleïn ent-

---

[1]) Journ. f. techn. u. ökonom. Chemie VI. p. 257.

[2]) Annal. der Chemie u. Pharm. XIX. p. 269 u. XX. p. 50.

wickelt, dessen nachtheiliger Einwirkung kein Arbeiter zu widerstehen vermochte, so ist das Verfahren niemals zur vortheilhaften praktischen Anwendung gekommen, obgleich es den Keim enthielt, welcher sich später in den Händen von Jones, Wilson und Gwynne zu dem gegenwärtig im größten Maßstabe ausgeübten Verfahren entwickelte. In einem englischen Patente, welches am 8. December 1842 an Jones und Wilson ertheilt wurde, finden wir die Schwefelsäureverseifung zum erstenmale gleichzeitig mit der Dampfdestillation in Anwendung gebracht. Mit dieser Combination war die Fundamentalbedingung des Gelingens dieses Verfahrens erfüllt. Nichtsdestoweniger aber mußte eine ganze Reihe von Verbesserungen erfolgen, um dieser Fabrikationsmethode ihre gegenwärtige Ausdehnung zu sichern.

Das neueste Verfahren der Zerlegung der Fette in Fettsäuren und in Glycerin ist das durch überhitztes Wasser. Wenn man nämlich Fette mit Wasser von 180° unter einem Drucke von 10—15 Atmosphären zusammenbringt, so daß das Wasser nicht in Dämpfe verwandelt werden kann, so findet die erwähnte Zerlegung der Fette statt. Diese äußerst wichtige Thatsache ist zu gleicher Zeit von Tilghmann in England (9. Januar und 26. März 1854) und Berthelot in Paris (3. April 1854) entdeckt worden. Einige Monate später gelangte Melsens in Brüssel (7. December 1854) zu demselben Resultate. Von den Details dieses Verfahrens, sowie von der Verseifung der Fette durch Baryt (Wagner), Thonerde (Cambacérés) und durch Seife (Pelouze) wird weiter unten die Rede sein.

Zum Schlusse sei hier erwähnt, daß L. Krafft und T. du Mottay[1]) die Verseifung der Fette anstatt mit Schwefelsäure mit einer concentrirten Chlorzinklösung ausführen. Die Qualität des zur Verseifung erforderlichen Chlorzinks beträgt 8—12 Proc. vom Gewicht des Fettes. Auch hier werden die Fettsäuren durch Dampfdestillation übergetrieben.

Die Beschreibung der Herstellung der festen Fettsäuren (ein Gemenge von Palmitinsäure mit Stearinsäure), als des Materiales der Stearinkerzenfabrikation zerfällt in folgende Abtheilungen:

I. Verseifung der Fette mit Kalk:

a) Verseifung mit Kalk,
b) Pulverisiren der Kalkseife,
c) Zersetzen mit Schwefelsäure,
d) Krystallisirenlassen der festen Fettsäure,
e) Kalt- und Warmpressen der krystallisirten Masse,
f) Reinigen und Klären der festen Fettsäure.

---

1) Vergl. Wagners Jahresbericht 1859 p. 604.

II. Verseifung des Fettes mit Baryt;

III. Verseifung des Fettes mit Thonerde;

IV. Verseifung des Fettes mit Seifen;

V. Schwefelsäureverseifung mit Dampfdestillation;

VI. Verseifung mittelst Chlorzink und Dampfdestillation;

VII. Zerlegung der Fette mittelst überhitzten Wassers bei Hochdruck (ohne Dampfbildung).

§. 181.

I. Verseifung der Fette mit Kalk (saponification calcaire, *saponification by lime*). Als Fettsubstanz wendet man an Rinds- oder Hammeltalg und Palmöl. Der Hammeltalg enthält größere Mengen fester Fettsäuren und läßt sich auch leichter verarbeiten, der Rindstalg dagegen ist wohlfeiler zu erlangen. Der aus Rußland in großer Menge kommende Talg ist gewöhnlich ein Gemisch von Rindstalg mit Hammeltalg. Seitdem das Palmöl in großer Menge und zu billigen Preisen nach Europa gelangt, ist in vielen Stearinkerzenfabriken das Palmöl die Hauptfettsubstanz geworden.

Wie Bd. II. p. 417 u. f. ausführlich auseinandergesetzt worden ist, sind Talg und Palmöl Gemenge der drei neutralen Fette.

Stearin (stearinsaur. Glycerin) schmelzend bei 60—62° C.
Palmitin (palmitins. Glycerin) „ „ 50—55° C.
Oleïn (ölsaures Glycerin) flüssig.

Der Talg enthält

Stearin und Palmitin	75
Oleïn	25
	100

Das Palmöl

Palmitin	60
Oleïn	40
	100

Das Stearin	liefert	95,7 Th.	Stearinsäure	(bei 70° schmelzend)	$C_{36}H_{36}O_4$
„ Palmitin	„	94,8 „	Palmitinsäure	(„ 62° „)	$C_{32}H_{32}O_4$
„ Oleïn	„	90,3 „	Oelsäure	(„ —12° „)	$C_{36}H_{34}O_4$

Das Stearin ist Tristearin und besteht aus 1 Aeq. Glycerin und 3 Aequiv. Stearinsäure, demnach Tristearin $C_{114}H_{110}O_{12} = C_6H_8O_6 + 3\,C_{36}H_{36}O_4 - 6\,HO$; ebenso ist das Palmitin Tripalmitin

$C_{102}H_{98}O_{12} = C_6H_8O_6 + 3\ C_{32}H_{32}O_4 -$ [illegible] und das Oleïn Trioleïn $C_{114}H_{104}O_{12} = C_6H_8O_6 + 3\ C_{36}H_{34}O_4 -$ [illegible]. Während der Verseifung mit Kalkmilch, bilden sich die Kalksalze der drei [illegible]uren, der Stearinsäure, Palmitinsäure und Oelsäure, und das Glycerin wird abgeschieden.

Die Verseifung selbst geht auf folgende Weise vor sich. Zunächst wird der Talg oder das Palmöl in mit Bleiblech ausgefütterten Holzbottichen oder auch (wiewohl selten) in gemauerten aus Steinplatten zusammengesetzten und mit Caement überkleideten Behältern geschmolzen, indem der Bottich, der beiläufig eine Capacität von 20 Hektoliter hat und mit 500 Kilogr. Talg und 800 Litern Wasser beschickt worden ist, mittelst Wasserdämpfen durch ein Rohr, dessen Ende spiralförmig am Boden des Bottichs liegt, erwärmt wird. Nachdem aller Talg geschmolzen ist, beginnt man, ohne die Dampfzufuhr zu unterbrechen, nach und nach unter beständigem Umrühren 600 Liter Kalkmilch zuzusetzen, welche 70 Kilogr. gebrannten Kalk (= 14 Proc. vom Gewicht des Talges) enthalten. Nach 6—8stündigem Erhitzen ist die Bildung der Kalkseife vollständig erfolgt. Das Umrühren geschieht entweder mit Rührscheiten oder mit mechanischen Rührvorrichtungen. Von der harten krümligen Kalkseife wird die gelbliche Glycerinlösung, nachdem man den Bottich bis zum nächsten Tage hat erkalten lassen, abgezapft und dann auf Glycerin (siehe unten) verarbeitet.

Der Theorie nach würde man, von der Annahme ausgehend, daß auf je 3 Aequivalente fetter Säuren, welche in dem neutralen Fette mit 1 Aeq. Glycerin verbunden vorkommen, auf 100 Th. Fett nur 8,7 Th. gebrannten Kalkes brauchen. Trotzdem wendet man allgemein 14 Proc. an, weil man gefunden hat, daß der Ueberschuß die Verseifung erleichtert, allerdings aber auch später einen entsprechend großen Aufwand an Schwefelsäure verursacht. R. Wagner hat gezeigt, daß statt des in Wasser schwer löslichen Kalkhydrates das leichter lösliche Schwefelcalcium oder besser noch der Zuckerkalk zur Verseifung der Fette verwendet werden könne.

Die Kalkseife[1]) wird nun mittelst Schwefelsäure zersetzt, die man entweder im concentrirten Zustande oder als Kammersäure anwendet. Bei Anwendung der letzteren hat man sorgfältig darauf zu sehen, daß sie frei

[1]) Die rohe getrocknete Kalkseife aus zwei verschiedenen Fabriken enthielt

	a	b
Fettsäuren	87,3	85,9
Kalk	12,7	14,1
	100,0	100,0

von Stickoxyd und salpetriger Säure sei, da nach den Beobachtungen von Jacquelain NO_3-haltige Schwefelsäure die Ausbeute an Fettsäuren beträchtlich verringert. Es ist deshalb vorgeschlagen worden, die schädliche Einwirkung der Kammersäure auf die Fette dadurch zu vernichten, daß man die Kammersäure mit schwefliger Säure behandelt [1]). Früher war man allgemein der Ansicht, daß die Kalkseife behufs der schnelleren und vollständigeren Zerlegung durch Schwefelsäure vorher gepulvert werden müsse. Das Zerkleinern geschah, indem man die Kalkseifebrocken zwischen zwei horizontalen geriffelten Walzen durchführte und das Pulver noch durch ein Sieb gehen ließ. Gegenwärtig sucht man das Pulvern zu umgehen und läßt die Schwefelsäure direct auf die Seifebrocken einwirken. Zwar braucht man mehr Zeit, um die Zersetzung zu vollenden, dafür erspart man aber die Kosten für das Zerkleinern. Die Zerlegung der Kalkseife geschieht entweder in den nämlichen Bottichen, in welchen die Verseifung vor sich ging, oder in besonderen mit Blei ausgelegten Bottichen oder Steinkufen, welche ebenfalls am Boden mit einem Dampfrohr versehen sind.

Das Quantum der zur Zersetzung der Kalkseife erforderlichen Schwefelsäure beträgt auf 500 Kilogr. Talg und 70 Kilogr. Kalk 137 Kilogr. Die Schwefelsäure wird mit Wasser bis auf 12° B. verdünnt (sie enthält in diesem Zustande noch 30 Proc. SO_3, HO), mit der Kalkseife in dem Zersetzungsbottich zusammengebracht, durch eingeleiteten Dampf erwärmt und drei Stunden lang flüssig gerührt. Nachdem die Fettsäuren sich abgeschieden haben, hemmt man die Dampfzufuhr und läßt die Flüssigkeit einige Zeit ruhen, wodurch sich die geschmolzenen fetten Säuren auf der Oberfläche ansammeln und ein großer Theil des entstandenen Gypses am Boden des Bottichs sich abscheidet.

Um die Kosten der Fabrikation zu vermindern, soll man nach Tribouillet's Vorschlage die Schwefelsäure, welche zur Zersetzung der Kalkseife dienen soll, erst zur Ueberführung von Cellulose in Glycose benutzen und die bei der Zersetzung der Kalkseife erhaltene zuckerhaltige Flüssigkeit gähren lassen und behufs der Alkoholgewinnung (vergl. Bd. III. p. 562) destiliren. Es ist nicht bekannt, ob diese Modification im Großen sich bewährt hat.

Die geschmolzenen fetten Säuren werden in eine mit Blei ausgefütterte Kufe abgelassen oder übergeschöpft und behufs der Entfernung der letzten An-

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1855 p. 401.

theile von Kalk und Gyps zuerst unter gleichzeitiger Mitwirkung von Wasserdämpfen mit verdünnter Schwefelsäure von 1,089 spec. Gewicht (= 12° B.) und dann mit Wasser gewaschen.

Die Salzsäure ist vielfach anstatt der Schwefelsäure zur Zerlegung der Kalkseife vorgeschlagen worden; so viel bekannt ist, wurde diese Säure nur in der Fabrik von „Palmwachskerzen" von Hempel in Oranienburg (von 1835 — 1847) angewendet. Die Salzsäure wurde erhalten durch Zersetzung der von der vorhergehenden Operation herrührenden Chlorcalciumlösung mittelst Schwefelsäure, wobei der Gyps herausfiel [1]). — Auch die Essigsäure hat man anstatt der Schwefelsäure vorgeschlagen; der Vorschlag kann aber kaum ernstlich gemeint sein, da die Lösung des Kalkacetates zu verdünnt ist, um mit Vortheil verwendet werden zu können, auch durch die Dampferhitzung ein Verlust an Essigsäure unvermeidlich ist.

Im Jahre 1854 wurden von Delapchier [2]) (in Besançon) statt der offenen Bottiche, in welchen bis jetzt die Verseifung ausgeführt wird, sowie die Zersetzung der Kalkseife mit Schwefelsäure und successive Waschungen, verschlossene Gefäße vorgeschlagen, worin man eine Temperatur von 112° und einen Druck von 1,5 Atmosphären anwenden kann, wenn man Dampf aus einem Dampfkessel einleitet. Die Anwendung geschlossener Gefäße gestattet auch die Benutzung von Dämpfen, welche sonst verloren gehen: man benutzt nämlich die Dämpfe, die aus dem ersten Bottich sich entwickeln, zum Sieden der im zweiten enthaltenen Substanzen und so fort bis zum letzten Bottiche. Die aus dem letzteren sich entwickelnden Dämpfe lassen sich noch zum Erwärmen der Pressen und anderer Utensilien bei der Fabrikation verwenden. Durch die geschlossenen Gefäße erreicht man demnach folgende Vortheile: 1) Zeitersparniß, indem bei der höheren Temperatur die Schnelligkeit der Verseifung bedeutend gefördert wird; 2) die Operationen werden vollständiger und gleichförmiger ausgeführt und die Producte seien schöner, auch wäre die Ausbeute an festen Fettsäuren größer; 3) es wird beträchtlich an Brennstoff gespart. — Die Apparate zur Verseifung, Zersetzung der Kalkseife und Waschen der Fettsäuren haben ziemlich gleiche Construction. Fig. 108 zeigt den Längendurchschnitt des zur Verseifung bestimmten Apparates. Ein Dampfkessel von genietetem Eisenblech a, auf 2 Atmosphären Druck berechnet, ist oben mit dem Mannloche b und in der Axe mit einer eisernen Welle c versehen, mit welcher der Rührer d verbunden ist; die beiden

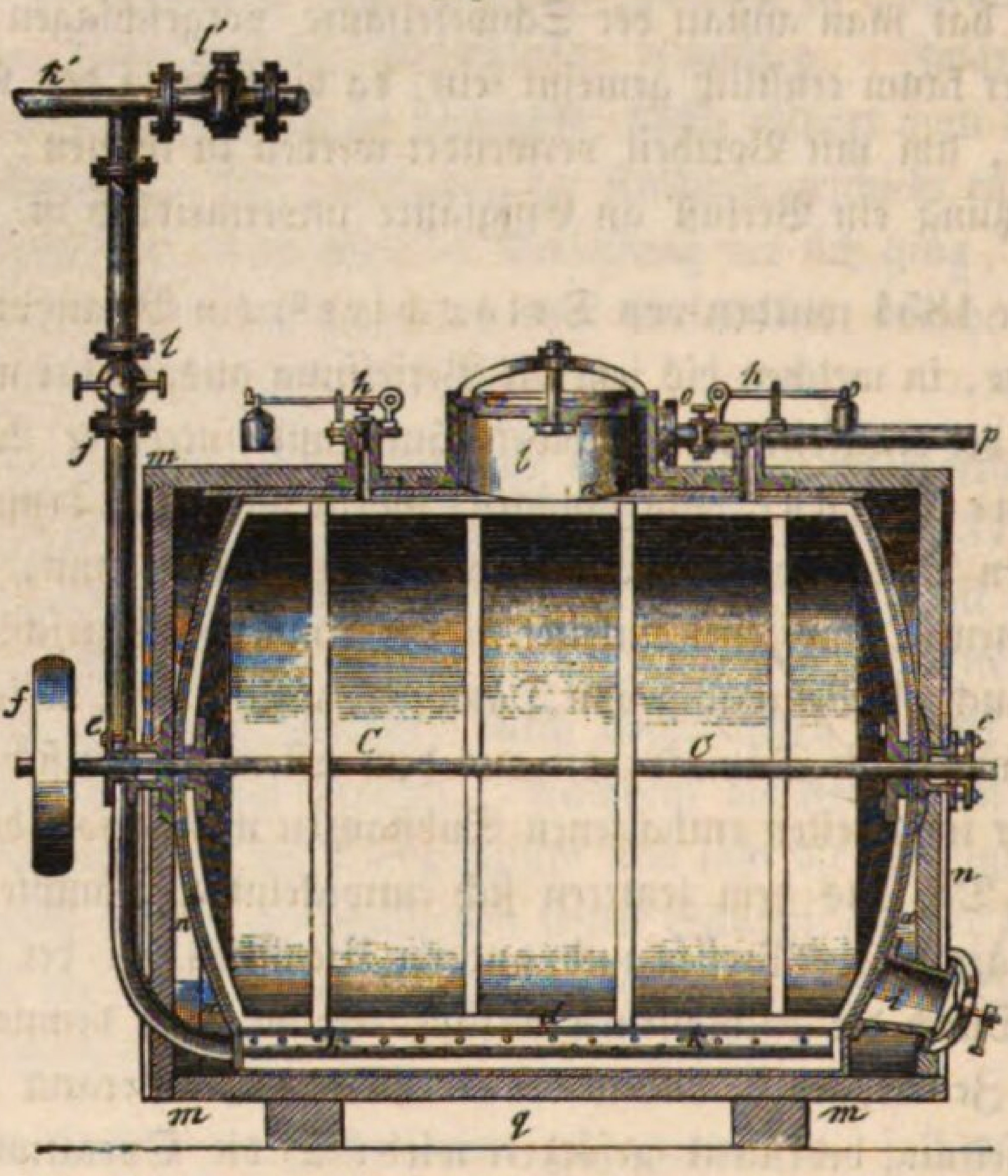
---

[1]) Vergl. Wagners Jahresbericht 1858 p. 550.

[2]) Vergl. Wagners Jahresbericht 1855 p. 404.

Enden der Wellen liegen in den Stopfbüchsen ee, die zugleich als Zapfenlager dienen. Mittelst eines Treibriemes und der Rolle f wird der Rührapparat in Bewegung gesetzt. hh sind die Sicherheitsventile. Nach beendigter Verseifung wird der Kesselinhalt durch den Zapfen i abgezogen. Die Wasserdämpfe gelangen in den Kessel durch das Rohr j und k, welches letztere mit vielen Löchern versehen ist und in einer der Länge nach laufenden Verstärkung am Boden des Kessels liegt, damit sie von dem Rührapparat nicht getroffen werden kann. Die Röhre j läuft von dem Hauptrohr k aus

Fig. 108.



und ist mit dem Hahne l versehen. Mit Hülfe der Hähne l′ und l kann die Dampfzufuhr hergestellt und unterbrochen werden. Zur Vermeidung von Wärmeverlust ist der Kessel mit hölzernen Dauben m umgeben, welche wie Fässer gebunden und mit den beiden flachen Böden nn versehen sind. Sobald der Inhalt im Kessel die erforderliche Temperatur erreicht hat, öffnet man den Hahn o. Die Dämpfe können alsdann durch das Rohr p in den zweiten Kessel strömen und dessen Inhalt erwärmen; aus dem zweiten Kessel gehen die Dämpfe in den Waschapparat.

Was die Ausbeute an fetten Säuren aus gereinigtem Talg betrifft, so gaben

500 Kilogr.	Talg	459,5	Kilogr.	fette Säuren
500	„ „	463	„	„ „
500	„ „	478	„	„ „
500	„ „	487,5	„	„ „
2000 Kilogr.	Talg	1888,0	Kilogr.	fette Säuren,

entsprechend 94,8 Proc.

Die Ausbeute ist abhängig von der Art, Reinheit und Behandlung des Talges.

100 Theile der fetten Säuren gaben

a) 43,3	Theile feste Fettsäure	Im Mittel 45,9 Theile eines Gemenges von Stearin- und Palmitinsäure.
b) 45,8	„ „ „	
c) 46,2	„ „ „	
d) 48,4	„ „ „	

§. 182.

Nachdem die fetten Säuren so vollständig als nur immer möglich durch wiederholtes Waschen mit Wasser von Kalk, Gyps und Schwefelsäure befreit worden sind, erhält man dieselben einige Zeit im geschmolzenen Zustande, um dem Wasser Gelegenheit zu geben, sich vollständig abzuscheiden; hierauf läßt man die fetten Säuren erstarren oder krystallisiren und preßt dann den nicht fest gewordenen Theil, wesentlich aus Oelsäure bestehend, in starken hydraulischen Pressen, erst in der Kälte, dann unter Mitwirkung der Wärme aus.

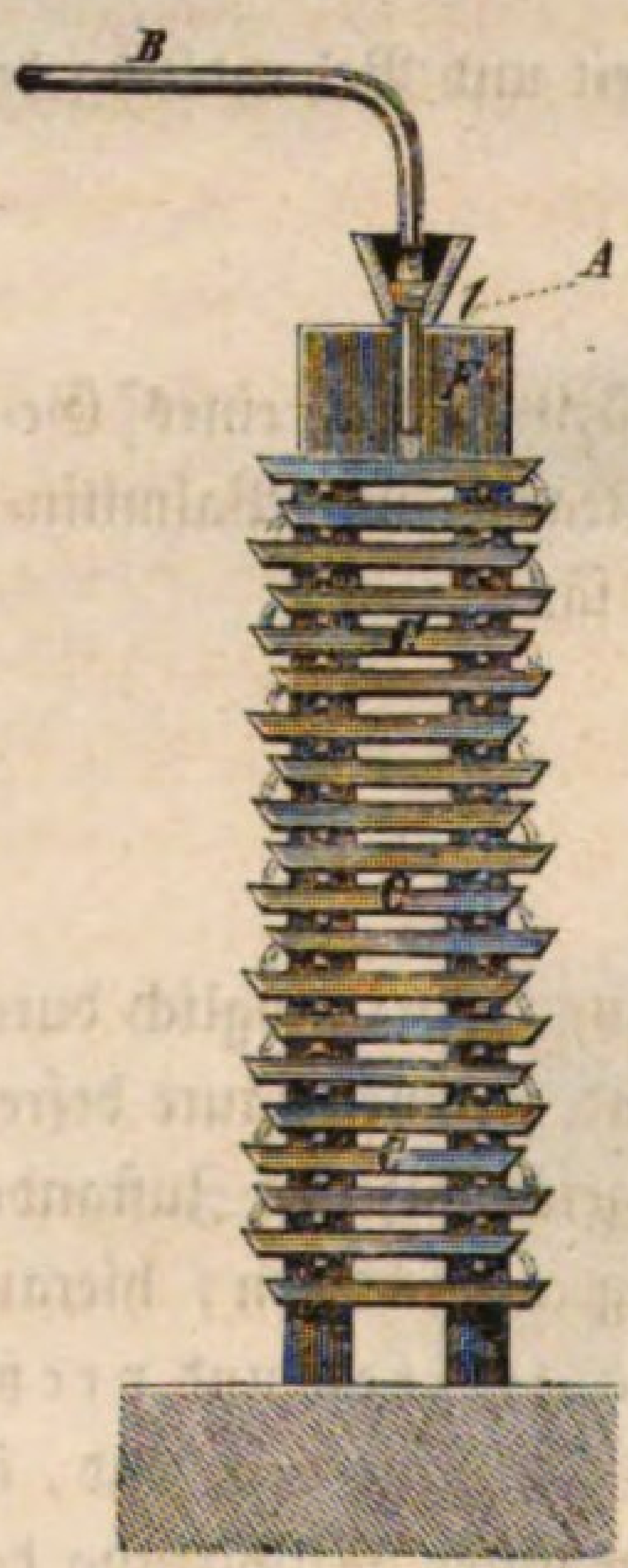
Das Erstarrenlassen der fetten Säuren (cristallisation des acides gras, *solidifying the fatty acids*) geschieht in Kapseln oder Formen von Weißblech, die ähnlich den Chocoladeformen am Rande weiter sind als am Boden, eine Länge von 70 — 75 Centimetern, eine Breite von 16 — 18 Centimetern und eine Höhe von 5 Centimetern besitzen und ungefähr 2 Kilogr. fette Säuren zu fassen vermögen. In einigen Fabriken wendet man gegenwärtig auch Formen aus emaillirtem Schwarzblech an. Nach der von Binet herrührenden einfachen und gewiß sehr zweckmäßigen Disposition füllt man die Formen auf folgende Weise [1]: Die geschmolzenen fetten Säuren werden mittelst einer Pumpe und des Rohres B in ein trichterförmiges

---

[1]) Vergl. Jacquelains Beschreibung der Stearinkerzenfabrik von Jaillon, Monier und Comp. (in la Villette bei Paris) im Bulletin de la société d'encouragement 1852 p. 320 oder Dictionnaire de chimie appliquée, Paris 1862, Tome II. p. 210.

Reservoir A aus Holz gebracht, welches über der ganzen Länge eines Holzgerüstes sich befindet, auf welchem die Formen so übereinander stehen, wie es Fig. 109 zeigt (der Rand der Form steht nach der einen Seite etwas hervor). Jede Form hat am oberen Rande eine Tülle. Die fetten Säuren füllen zunächst die oberste Form, dann fließt das Fett durch die Tülle in die nächste Form und so füllen sich nach und nach sämmtliche Formen von der höchst stehenden ab, indem das Fett im Zickzack durch die gleichfalls im Zickzack aufgestellten Formen herabfließt. Sobald alle Formen CC gefüllt sind, unterbricht man die Zufuhr der fetten Säuren dadurch, daß man die bleiernen Tüllen F, durch welche das Fett aus dem Trichter D in die oberste Form gelangte, mittelst Holzzapfen abschließt. Die fetten Säuren werden nur in den Formen einer langsamen Krystallisation überlassen, wozu im Winter 12, im Sommer 24 Stunden erforderlich sind. Je langsamer die Krystallisation vor sich geht und je besser die Krystalle sich ausbilden konnten, desto leichter und vollständiger lassen sich die flüssigen Theile durch Auspressen abscheiden.

Fig. 109.



Nach vollständigem Erstarren der Masse in den Formen schreitet man zur Trennung der festen und flüssigen Fettsäuren. Dieß geschieht durch Pressen und zwar zunächst durch kaltes Pressen (pressage à froid) und hierauf durch warmes Pressen (pressage à chaud).

Behufs des kalten Pressens stürzt man die Form auf das Preßtuch, ein grobes sackförmiges Gewebe (in den französischen Fabriken Malfil genannt) aus Roßhaar oder auch ein geköperter Stoff von Kammgarn aus besonders starker und zäher Wolle, schlägt die braungelben Fettbrote in dasselbe ein, schichtet die gefüllten Preßsäcke zwischen Eisen- oder Zinkplatten auf den Preßtisch einer gewöhnlichen hydraulischen Presse (vergl. Bd. III. p. 211) und unterwirft dieselben einem Drucke von 200,000 Kilogr. Die abfließende Oelsäure wird von Sammeltrichtern, die unter dem Preßtisch sich befinden, aufgenommen und in ein Reservoir geführt. Sie findet Anwendung zur Seifenbereitung (vergl. Bd. II. p. 429) und zum Einfetten der Wolle (vergl. Bd. IV. p. 237); Versuche ihre Ueberführung in fette Elaïdinsäure zu bewirken, um sie zur Kerzenfabrikation geeignet zu

machen, haben bis jetzt noch keine zufriedenstellenden Resultate ergeben [1]). Rationeller scheint eine Umwandelung der Oelsäure in Palmitinsäure zu sein:

1 Aequiv. Oelsäure	liefert	1 Aequiv. Palmitinsäure
$C_{36}H_{34}O_4 = 282$		$C_{32}H_{32}O_4 = 256$

wenn man erstere mit schmelzendem Kali- oder Natronhydrat behandelt. Aus 1 Zollcentner Oelsäure würde man mithin 45,5 Kilogr. Palmitinsäure erhalten können.

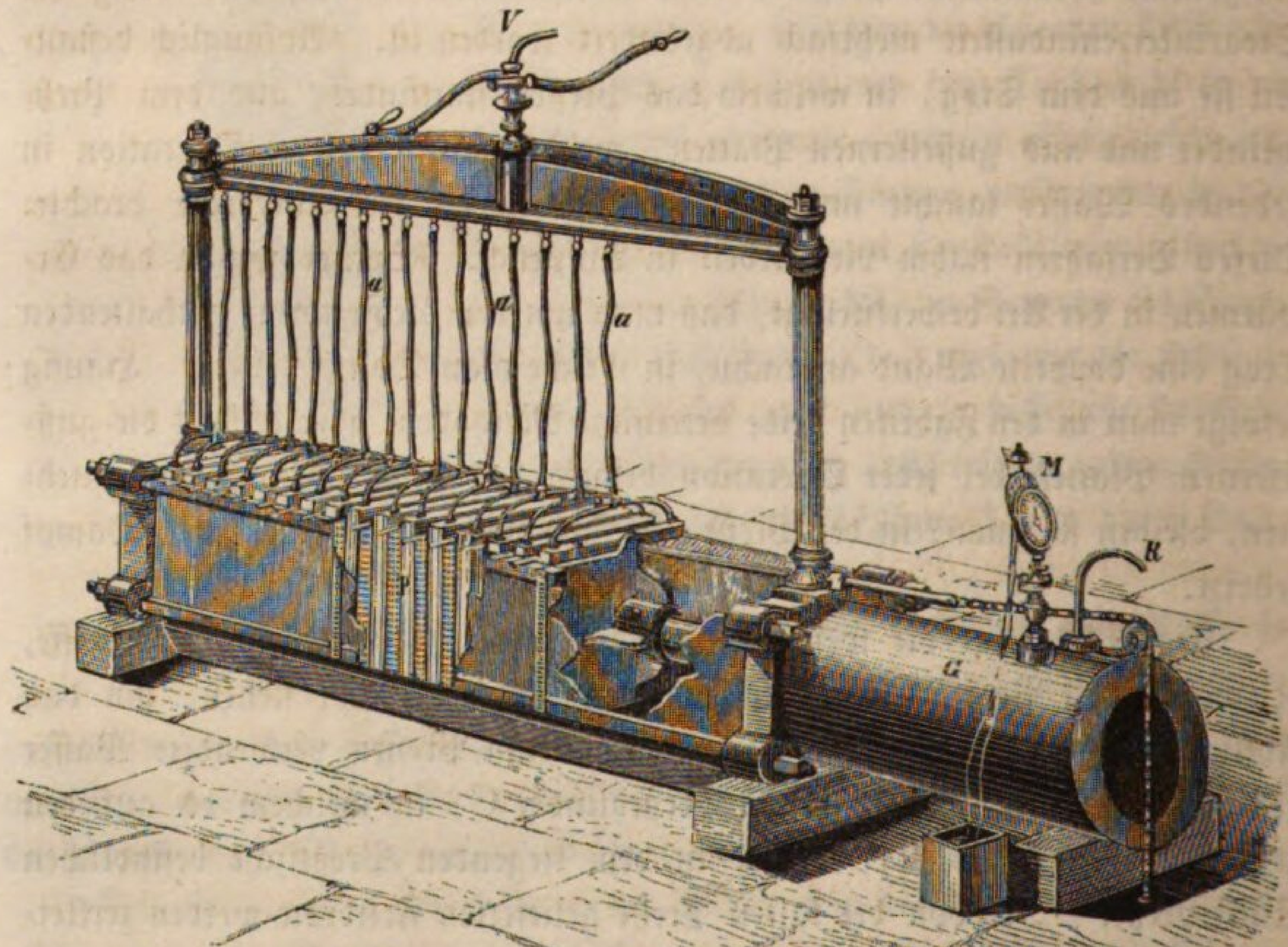
Wenn die vertikale hydraulische Presse keine Oelsäure mehr giebt, schreitet man zum warmen Pressen. Hierzu dienen allgemein liegende oder horizontale hydraulische Pressen, deren Construction seit der Gründung der Stearinkerzenindustrie mehrfach abgeändert worden ist. Anfänglich bestanden sie aus dem Trog, in welchem das Pressen stattfindet, aus dem Preßcylinder und aus gußeisernen Platten, welche man bei jeder Operation in siedendes Wasser tauchte und hierauf zwischen die Fettsäurebrote brachte. Dieses Verfahren nahm viel Arbeit in Anspruch. Später wurde das Erwärmen in der Art bewerkstelligt, daß man um den die Fettbrote enthaltenden Trog eine doppelte Wand anbrachte, in welche man Dampf leitete. Häufig befolgt man in den Fabriken beide vereinigte Methoden, aber anstatt die gußeisernen Platten bei jeder Operation behufs des Erwärmens herauszunehmen, bleiben sie immer in der Presse; sie sind hohl und werden durch Dampf geheizt.

Fig. 110 zeigt die wesentlichen Theile einer horizontalen Warmpresse, bei welcher die Preßsäcke und die Zwischenplatten aufrecht stehen, um das Abfließen der Oelsäure zu befördern. Das zum Pressen verwendete Wasser gelangt durch das Rohr R in den Preßcylinder C, in welchem es auf den großen Kolben T wirkt, der die in dem liegenden Preßtische befindlichen Säcke preßt. Die von der kalten Presse gelieferten Fettbrote werden zerkleinert, in die härnen Preßsäcke (in den französischen Fabriken *Etreindelles* genannt) gebracht und mit den Preßplatten geschichtet. Letztere sind von Gußeisen und hohl, so daß dieselben mittelst Dampf geheizt werden können, welcher aus dem Dampfkessel durch das Rohr V eintritt und durch Schläuche aus Leinwand (Spritzenschläuche) oder auch Kautschukröhren aaa in die Preßplatten geleitet wird. Beim Gebrauche der Presse schichtet man abwechselnd Preßplatten P und Preßsäcke, und öffnet, sobald der Preßtisch angefüllt ist, das Dampfrohr V, um die Platten zu erwärmen. Zu dem Ende wird der Dampfzufluß so regulirt, daß die Temperatur zuerst bis auf 70° steigt, hier-

[1]) Vergl. Wagner's Jahresbericht 1857 p. 455; 1859 p. 600.

auf erniedrigt man sie so weit, daß sie den Schmelzpunkt der Palmitin- und Stearinsäure nicht erreicht, jedoch die Oelsäure dünnflüssig genug macht, um abfließen zu können. Hierzu ist eine Temperatur von 40°, ja selbst von 35° am geeignetsten. Zu gleicher Zeit läßt man den Preßkolben wirken. Nachdem die Preßoperation vorüber ist und keine Oelsäure mehr ausfließt, entnimmt man die nun harte und feste Fettsäuremasse, die nur an den Stellen, wo sie mit dem Apparat in Berührung gekommen, mit etwas organischer Substanz und Eisenoxyd verunreinigt ist, den Preßtüchern und setzt sie behufs der Bleichung dem Lichte einige Tage aus. Hierauf sortirt man sie in

Fig. 110.



einigen Fabriken nach dem Grade ihrer Reinheit in drei oder vier Sorten. Aus der beim Warmpressen erhaltenen Oelsäure krystallisiren beim längeren Verweilen in einem kühlen Raume nicht unbeträchtliche Mengen von Palmitinsäure heraus, welche bei der nächsten Operation dem Gemisch der flüssigen und festen Fettsäuren wieder zugesetzt werden.

Nach der Angabe von Girard bringt man über den Preßcylinder C (Fig. 110) zuweilen ein mit einem elektrischen Signalapparat in Verbindung stehendes Manometer M an, welches dem Arbeiter anzeigt, wenn der gewünschte Druck durch die Presse erreicht ist.

Die einzelnen Sorten der durch das Warmpressen erhaltenen festen fetten Säuren werden nun der **Läuterung** (épuration et clarification des acides gras pressés, *clarifing the cakes of the solid fatty acids*) unterworfen. Dies geschieht, indem man dieselben mit Dampf mit sehr verdünnter Schwefelsäure (von 3° B.) in mit Blei ausgefütterten Waschbottichen schmilzt und dieselbe Operation auf reinem Wasser 2—3 Mal wiederholt, bis alle Schwefelsäure ausgewaschen ist, hierauf erhält man sie längere Zeit im geschmolzenen Zustande, bis sich alles Wasser abgeschieden hat und gießt sie endlich in Formen. Das Waschwasser muß frei von Kalk sein; steht nur kalkhaltiges zu Gebote, so entfernt man den Kalk durch Fällen mit Oxalsäure oder Stearinsäure. Zuweilen klärt man die Fettsäuren, indem man während des letzten Schmelzens auf dem Wasser zu Schaum geschlagenes Eiweiß (auf 100 Kilogr. Fettsäure zwei Eier) zusetzt, oder die Stearinsäure nochmals auf mit Weinsäure angesäuertem Wasser umschmelzt.

Die so erhaltene Fettsäure wird entweder in Blechformen gegossen, um in Gestalt von flachen Kuchen an die Kerzenfabriken abgegeben zu werden, oder sofort in der Fabrik selbst zu Kerzen verarbeitet.

§. 183.

II. **Verseifung der Fette mit Baryt**[1]. In den Stearinkerzenfabriken werden behufs der Ausscheidung der Fettsäuren aus der Kalkseife jährlich Tausende von Centnern Schwefelsäure in werthlosen Gyps verwandelt. Es liegt daher der Gedanke nahe, zur Verseifung des Talges oder Palmöles **Aetzbaryt** anzuwenden, womit zugleich der Vortheil verknüpft ist, daß man die zur Zersetzung der Seife verwendete Schwefelsäure fast zu dem Ankaufspreise in Gestalt von Barytweiß verwerthen und aus der von der schweren und sich leicht absetzenden Barytseife abgelassenen Flüssigkeit das Glycerin weit vollständiger abscheiden kann, als wenn man sich des Kalkes zum Verseifen bedient hätte. Bei Vorhandensein zweckmäßiger Rührapparate wird man ohne Zweifel mit 6—8 Theilen Aetzbaryt auf 100 Th. Talg sich begnügen können. Auch das Schwefelbarium läßt sich zum Verseifen des Fettes verwenden, doch hat man hierbei den Nachtheil, daß leicht geschwefelte Derivate der Fettsäuren sich bilden.

III. **Verseifung der Fette mit Thonerde.** Dieser von **Cambacérès**[2] im Jahre 1855 vorgeschlagenen Verseifungsmethode liegt

---

[1] Vergl. R. Wagner, Bayer. Kunst- u. Gewerbeblatt 1862 p. 227.

[2] Wagners Jahresbericht 1855 p. 401.

gleichfalls die Absicht zu Grunde, bei der Zersetzung der unlöslichen Seife durch Schwefelsäure ein werthvolleres Nebenproduct als der Gyps ist, zu erhalten. Thonerde verseift die Fette nicht, wohl aber thonsaures Natron, es bildet sich Thonerdeseife, während das Natron frei wird und zum Auflösen neuer Antheile von Thonerde verwendet werden kann. Seitdem durch die Verarbeitung des Kryoliths (Al_2Fl_3, $3 Na^{\cdot}Fl$) das thonsaure Natron als Zwischenproduct auftritt, welches dann weiter auf schwefelsaure Thonerde und auf Soda verarbeitet wird, verdient der Vorschlag von Cambacérès, bei der Bereitung der Stearinsäure Thonerdeseife, statt der Kalkseife darzustellen, alle Beachtung, da die Flüssigkeit, welche durch Zersetzen der Seife mit Schwefelsäure erhalten wird, sofort auf reine schwefelsaure Thonerde oder auf Alaun verarbeitet werden kann. Außerdem ist hier hervorzuheben, daß die Thonerdeseife bereits in der Kälte durch Essigsäure zersetzt werden kann, wodurch sich essigsaure Thonerde (vergl. Bd. II. p. 585) viel billiger gewinnen lassen würde als durch Zersetzen von Alaun mit essigsaurem Bleioxyd.

§. 184.

IV. **Verseifung der Fette mit Seifen und mit wasserfreien Basen.** Der Pariser Stearinkerzenfabrikant C. Ad. de Milly (rue Rochechouart 52) theilte dem Preisgericht der Pariser Industrieausstellung des Jahres 1855 mit, daß er das Verfahren des Verseifens der Fette durch Kalk wesentlich abgeändert habe. Er hatte nämlich gefunden, daß die Menge des zur Verseifung erforderlichen Kalkes, welche er in seiner Fabrik schon längst von 14 Proc. auf 8 oder 9 Proc. des Talggewichtes vermindert hatte, sich noch auf die Hälfte, also auf 4 ja selbst auf 2 Proc. verringern lasse, vorausgesetzt, daß man die Mischung von Kalk, Wasser und Fett einer höheren Temperatur als bisher aussetzt. de Milly ließ in einem verschlossenen Kessel 2300 Kilogr. Talg und 20 Hektoliter Kalkmilch, welche 50 Kilogr. Kalk (= 2 Proc.) oder 69 Kilogr. desselben (= 3 Proc.) enthielt, bringen und auf das Gemisch Dampf von 182° C. (= 10 Atmosphären Druck) einwirken, so daß die Temperatur in dem Kessel 172° C. betrug. Es ergab sich, daß nach Verlauf von sieben Stunden die Verseifung beendigt war[1]. In dem Kessel

[1]) 5 Atmosphärendruck entspricht einer Temperatur von 153,3°

6	„	„	„	„	„	160°
7	„	„	„	„	„	166,4°
8	„	„	„	„	„	172°
9	„	„	„	„	„	177,4°
10	„	„	„	„	„	182°

fand sich eines Theiles eine wässerige Lösung von Glycerin, andern Theiles eine Masse aus fetten Säuren bestehend, in welcher kleine Mengen von Kalkseife eingesprengt waren. Der Kessel wurde entleert und von Neuem beschickt, so daß in 24 Stunden 6900 Kilogr. Talg verarbeitet werden konnten. Dieses Verfahren ist ohne Zweifel ein sehr vortheilhaftes, da die Menge der zur Zersetzung erforderlichen Kalkseife beträchtlich vermindert wird.

Zur Erklärung dieser eigenthümlichen Art der Verseifung führt Payen[1]) an, indem er von den Untersuchungen von Bouis und Berthelot ausgeht, er glaube, der Kalk gebe bei seiner Einwirkung auf das Tristearin, Tripalmitin und Triolein den Anstoß zu einer Molecularbewegung, welche durch das Wasser bei einer Temperatur von 172° beendigt werde. Pelouze[2]) hatte beobachtet, daß Kalkseife, durch Füllen einer wässerigen Lösung von Chlorcalcium mit einer wässerigen Lösung von käuflicher Seife erhalten, mit einem gleichen Gewicht Wasser und dann mit Olivenöl in einen Digestor gegeben, bei einer Temperatur von 155—165° das Oel unter Freiwerden von Glycerin verseifte. Aus diesen und ähnlichen Versuchen glaubt er schließen zu dürfen, daß bei der de Milly'schen Verseifung durch einige Procente Kalk der Proceß in mehrere Perioden zerfällt, in welchem sich zuerst eine basische oder neutrale Seife bildet, die sich endlich in eine saure Seife umwandelt. Zieht man aber in Betracht, daß de Milly bei der Verseifung mit 2 Proc. Kalk eine Temperatur von 182° (entsprechend 10 Atmosphären Druck) anwendet, daß ferner Wright und Fouché mit dem Wasser allein bei der nämlichen Temperatur fast vollständig eine Zersetzung der Fette bewirkten, und daß endlich Cloëz bei 200° eine vollkommene Verseifung der Fette durch Wasser allein eintreten sah, so scheint es am einfachsten, in dem vorliegenden Falle anzunehmen, daß nur das Wasser das zersetzende Element sei und daß die Gegenwart von 2 Proc. Kalk die Verseifung befördere und vereinfache, indem sie die im entgegengesetzten Sinne wirkende Verwandtschaft, die nach Berthelot's Versuchen beim Zusammenbringen von freier Fettsäure und Glycerin durch das Bestreben sich äußert, sich zu dem ursprünglich vorhanden gewesenen neutralen Fettkörper zu vereinigen, erfolgreich aufhebt. Dasselbe Resultat wird noch besser durch eine kleine Menge Alkali erzielt.

J. Pelouze[3]) hat im Jahre 1856 gefunden, daß die allgemeine Annahme, daß die Verseifung der Fette nur bei Gegenwart von Wasser vor sich gehen könne, eine irrige sei, indem die wasserfreien Basen eben so

---

[1]) Payen, Précis de chimie industrielle, Paris 1859. Tome II. p. 582.
[2]) Vergl. Wagners Jahresbericht 1855 p. 403; 1858 p. 550.
[3]) Wagners Jahresbericht 1856 p. 387; 1858 p. 549.

gut Seifen bilden können, als dieselben Basen im Hydratzustande oder blos mit Wasser gemischt. Talg, Oel und überhaupt alle Fette wurden durch wasserfreien Kalk bei einer Temperatur von 250° C. in eine nach dem Erstarren farblose, halbdurchsichtige Kalkseife und in Glycerin zerlegt, welches letztere allerdings bei der hohen Temperatur zum Theil in andere Producte zerfiel, deren Gegenwart sich durch einen Geruch nach verbranntem Zucker und Aceton zu erkennen gab. Die Vortheile, welche diese neue Thatsache für die Stearinkerzenfabrikation haben soll, bestehen nach ihm hauptsächlich darin, daß weit weniger Kalk, mithin auch weit weniger Schwefelsäure gebraucht, und außerdem in kürzerer Zeit die Verseifung ausführbar wird. Noch wirksamer fand er für diesen Zweck den gelöschten Kalk (das Kalkhydrat), der in einer Menge von 10 — 12 Proc. bei 210 — 225° C. den Talg in einigen Stunden verseift, während bekanntlich mit Kalkmilch gegen acht Stunden erforderlich sind. Die Verseifung mit Kalkhydrat ist übrigens eine Entdeckung Runge's (1834), welcher sich im Verein mit W. Hempel in Oranienburg das neue Verfahren im Jahre 1836 für England patentiren ließ.

§. 185.

V. Die Verseifung mit Schwefelsäure und darauf folgende Dampfdestillation. Daß die Fette durch concentrirte Schwefelsäure eine ähnliche Zersetzung erleiden wie durch die Alkalien, war schon Achard im Jahre 1777 und Macquer und Chaptal bekannt, wurde von Chevreul (1824) und Lefebvre (1829) wieder erwähnt, aber erst von Frémy, der den Einfluß der concentrirten Schwefelsäure einem genauen Studium unterwarf, wissenschaftlich erklärt. Für die Industrie erhielt die Schwefelsäureverseifung erst Bedeutung, als Dubrunfault (vgl. S. 450) die Destillation der Fettsäuren in den Betrieb einführte, der in England zuerst durch Gwynne und Wilson (1845), und in Frankreich durch Masse und Tribouillet (1853) ausgebeutet wurde.

Als Fettmaterial verwendet man gewöhnlich bei der Schwefelsäureverseifung nur solche Fette, die wegen ihrer Beschaffenheit und der Verunreinigungen, die sie enthalten, zur Kalkverseifung nicht wohl verwendbar sind, so das Palmöl, das Cocosnußöl, das Knochenfett, die Fettabfälle der Schlächtereien, der Küchen, die Producte der Zersetzung der Seifenwässer der Wollspinnereien und Tuchfabriken durch Schwefelsäure (obgleich dieses Fett, wie S. 385 angeführt worden ist, zur Bereitung des Suintergases vortheilhaft Anwendung findet), Rückstände vom Reinigen des Theeres, Raffiniren des Oeles, Auslassen des Talges u. s. w.

Das ganze Verfahren, wie es heutzutage ausgeführt wird, zerfällt in drei Phasen, nämlich

1) in die Verseifung mit Schwefelsäure,

2) in die Zersetzung der Producte der Schwefelsäureverseifung,

3) in die Destillation der Fettkörper.

1) Die Verseifung mit Schwefelsäure. Da die meisten der Fettmaterialien, die man bei der Schwefelsäureverseifung verwendet, im hohen Grade verunreinigt sind, so werden dieselben zunächst durch Umschmelzen in mit Bleiblech ausgefütterten Bottichen oder in gemauerten und cementirten Cisternen mit Hülfe von Dampf umgeschmolzen und absetzen gelassen. Die so gereinigten Fette kommen nun in den zur Verseifung dienenden Kessel aus starkem Schwarzblech und mit Blei überkleidet, der mit einem Rührapparat versehen ist und durch Einleiten von Dampf zwischen doppelte Boden erwärmt werden kann. Der Kessel hat einen Aufsatz von Holz oder Blech, in welchem am obern Theile ein Windrad angebracht ist, welches die schweflige Säure und die übelriechenden Dämpfe, welche während des Verseifens sich entwickeln, in den Schornstein treibt. In diesen Kessel bringt man die Schwefelsäure von 66° B. Die Menge derselben richtet sich nach der Natur der angewendeten Fettmaterialien; bei Anwendung von Küchenfett, Fettabfällen der Schlächtereien und dergl. braucht man 12 Proc. vom Gewicht der Fette, bei Palmöl genügen oft 6 Proc.; die durchschnittliche Menge der Schwefelsäure beträgt 9 Proc. Nachdem das Fett zugegeben worden ist, setzt man den Rührapparat in Bewegung und beginnt nun die Erhitzung durch Einleiten von Wasserdämpfen in den doppelten Boden des Kessels. Die Temperatur, bis zu welcher man erhitzt, ist verschieden; in der Fabrik von Price u. Co. in London steigert man dieselbe bis auf 177° C., in den französischen Fabriken wird dagegen eine Temperatur von 110—115° selten überschritten.

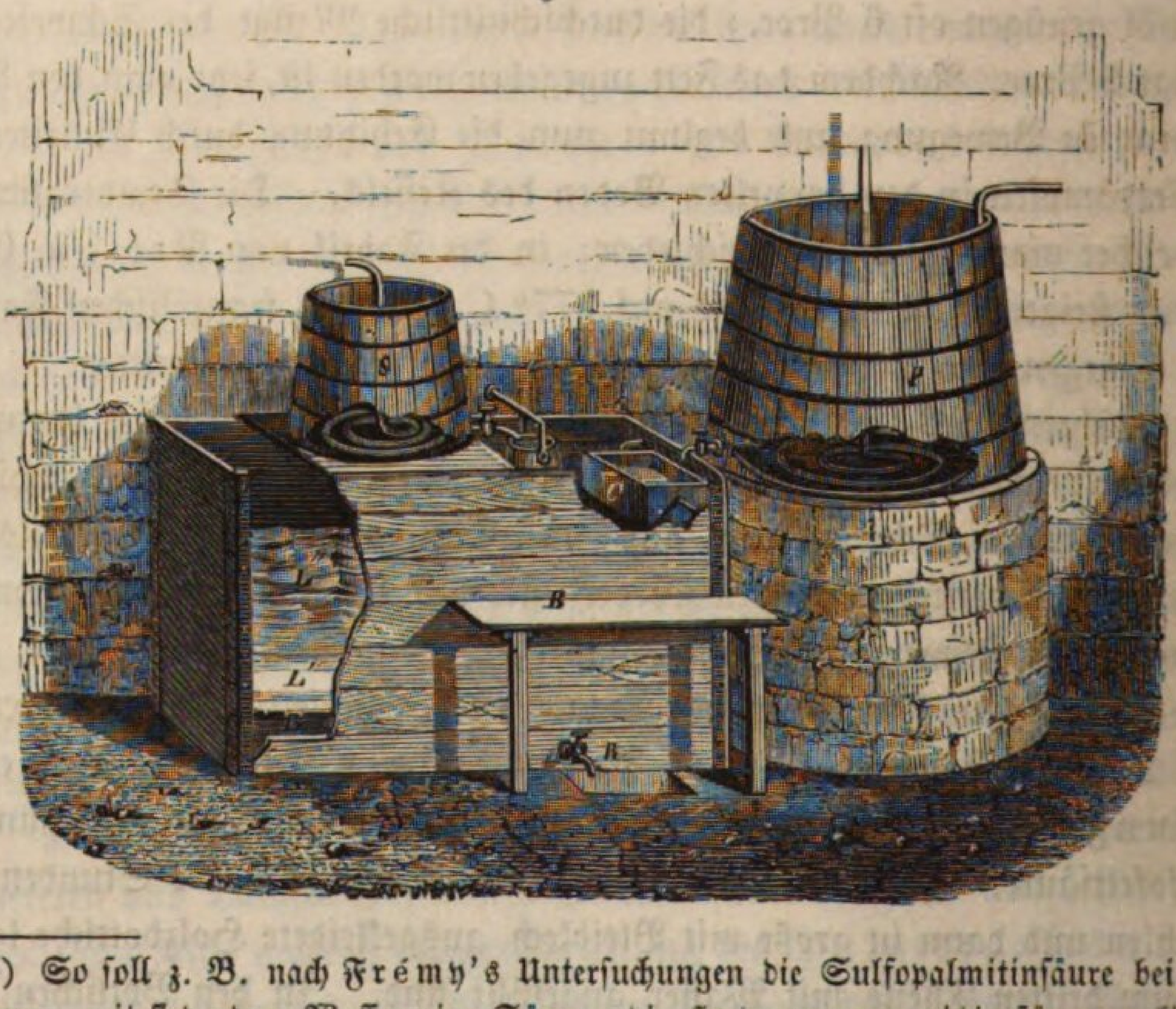
Während des Erhitzens bläht sich die Masse auf, färbt sich braun und entwickelt reichlich schweflige Säure, welche letztere sich durch die Einwirkung der concentrirten Schwefelsäure auf einen Theil des Glycerins, theils aber auch aus den verunreinigenden Körpern sich bildet. Das neutrale Fett geht hierbei in ein Gemenge der Sulfofettsäure mit Sulfoglycerinsäure über. Nach 15—20stündigem Erwärmen und Rühren ist der Verseifungsproceß beendigt.

2) Die Zersetzung der Producte der Schwefelsäureverseifung. Nach vollendeter Verseifung schreitet man zur Zersetzung der Sulfofettsäure. Zu dem Ende läßt man die Masse 3—4 Stunden lang abkühlen und dann in große mit Bleiblech ausgekleidete Holzbottiche laufen, die zum dritten Theile mit Wasser angefüllt sind. In den Bottichen liegen Dampfröhren, welche das Gemisch bald auf eine Temperatur von 100°

bringen. Hierbei wird die Verbindung der Schwefelsäure mit der Fettsäure zerlegt und dieselbe theils mit einem größeren Gehalt an Wasserstoff und Sauerstoff als die fetten Säuren, aus denen sie sich gebildet[1]), theils aber auch unverändert ausgeschieden und schwimmt oben auf. Nachdem sie wiederholt mit siedendem Wasser gepeitscht worden sind, zapft man die fetten Säuren in ein Gefäß ab, wo man bei einer Temperatur von 40—50° C. Wasser und fremde Körper absetzen läßt. Die geklärten fetten Säuren werden in einer flachen Pfanne mit abgehendem Feuer erwärmt, bis alles Wasser daraus entfernt ist, hierauf werden sie der Destillation unterworfen.

Das beschriebene Verfahren hat den Uebelstand, daß die Operation des Verseifens lange Zeit in Anspruch nimmt und außerdem große Mengen schwefliger Säure sich entwickeln, die einen Materialverlust von circa 10 Proc. nach sich ziehen. Knab hat diese Uebelstände beseitigt und gezeigt, daß, wenn man einen großen Ueberschuß von Schwefelsäure anwendet und die Materialien innig mischt, eine Einwirkung von einigen Minuten zur vollständigen Verseifung hinreicht. Das neue Verfahren, unter dem Namen der fractionirten Verseifung bekannt, wird in einigen Fabriken auf folgende Weise ausgeführt. In der Nähe des Verseifungsbottichs sind zwei Reservoirs angebracht, das eine davon S (Fig. 111) enthält Schwefelsäure von

Fig. 111.



[1]) So soll z. B. nach Frémy's Untersuchungen die Sulfopalmitinsäure bei ihrer Zersetzung mit siedendem Wasser eine Säure, die Hydromargaritinsäure, liefern, welche nach der Formel $C_{36}\ H_{38}\ O_6$ (= 1 At. Stearinsäure + 2 HO) zusammengesetzt ist.

66°, welche mittelst eines Dampfrohres constant auf einer Temperatur von 90° C. erhalten wird; in dem anderen Reservoir P befindet sich das Palmöl oder überhaupt das zu verseifende Fett, ebenfalls bis auf 90° erwärmt. An dem oberen Theile des Bottichs ist ein mit Blei ausgefütterter länglicher Kasten C angebracht, in welchen ein auf der Bank B stehender Arbeiter 50 Kilogr. geschmolzenes Fett laufen läßt; andererseits faßt er mit Hülfe eines Bleieimers 15 Kilogr. Schwefelsäure (entsprechend 30 Proc.) und schüttet diese unter heftigem Umrühren mit einem Rührscheit in das Fett. Nach einer Minute ungefähr, wenn die Masse bereits gefärbt erscheint, kippt der Arbeiter den Kasten um, so daß die bereits gebildeten Sulfofettsäuren in die Zersetzungsküpe fallen, wo sie siedendes Wasser treffen und sofort zersetzt werden in der Weise, daß sich eine obere Schicht L aus fetten Säuren bestehend bildet, darunter eine zweite L′, welche Wasser, Schwefelsäure und Glycerin enthält, und endlich eine Schicht L″, die nämlichen Substanzen, aber durch Kohletheilchen verunreinigt, enthaltend. Die so erhaltenen fetten Säuren werden einem zweimaligen Waschen und dann der Destillation unterworfen.

Daß die Fettsubstanzen während des Verseifens mit Schwefelsäure und durch die Zerlegung der Sulfofettsäuren mit Wasser in ihrer Zusammensetzung wesentliche Veränderungen erlitten, geht schon daraus hervor, daß die so behandelten Fette einen höheren Schmelzpunkt zeigen, so schmelzen z. B.

	Knochenfett und Küchenfett	Palmöl
im rohen Zustande	bei 24°	bei 30°
nach der Verseifung mit Schwefelsäure	„ 36°	„ 38°
nach dem Waschen	„ 38°	„ 44°

§. 186.

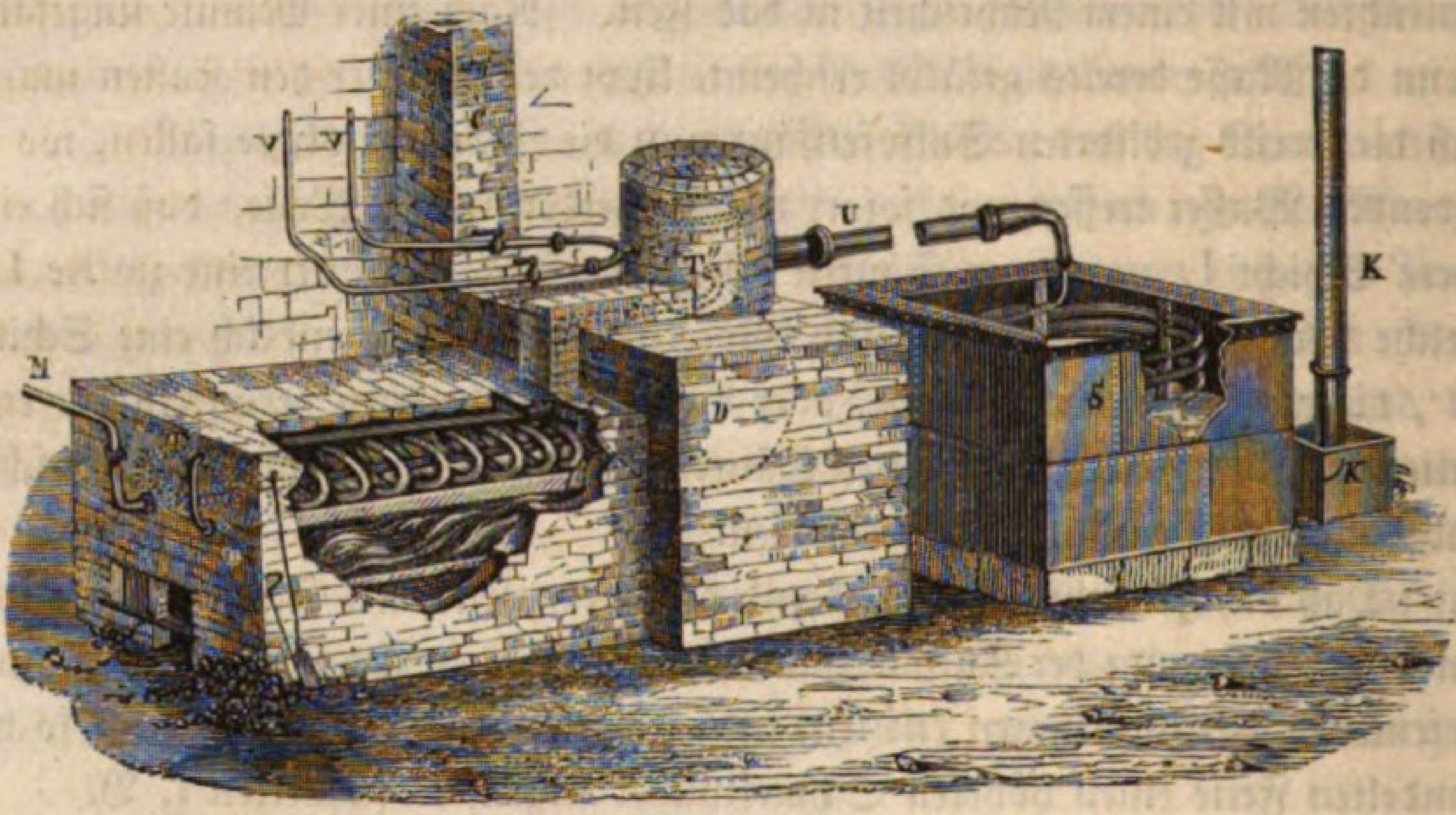
3) Die Destillation der fetten Säuren erfordert die Beobachtung verschiedener Vorsichtsmaßregeln; wollte man über freiem Feuer destilliren, so würden sich die fetten Säuren zum großen Theile unter Hinterlassung eines reichlichen Kohlenrückstandes und unter Theerbildung und Entwicklung großer Mengen brennbarer Gase zersetzen. Wenn man aber die Temperatur regelt, dadurch, daß man das Fett vor der Einwirkung des freien Feuers bewahrt, namentlich die atmosphärische Luft aus den Destillirapparaten vollständigst verbannt, so geht die Destillation regelmäßig vor sich und die Fettsäuren sublimiren größtentheils unverändert.

Man erfüllt diese Bedingungen durch Anwendung überhitzter Wasserdämpfe. Die Fettsäuren kommen in eine geräumige Retorte, die in einer Oeffnung einer Mauer sich befindet. Mit der Retorte communicirt einestheils ein Rohr, welches den überhitzten Wasserdampf zuführt, anderentheils

ein gewöhnliches Kühlrohr. Fig. 112 zeigt die Anordnung des Destillirapparates.

In einer Feuerung liegt eine aus Stabeisen gefertigte Spirale. Die Flamme umspielt die Spiralwindungen und entweicht durch den Schornstein C. Die Spirale fängt bei M an, geht durch die Feuerung, tritt bei T vorn

Fig. 112.



heraus, bei T′ wieder ein und mündet endlich in der Retorte bei T″. Letztere, außerhalb der Feuerung stehend, ist von Kupfer oder Gußeisen; das Rohr T″ mündet darin in einer Art von Brause. Aus dem oberen Theile der Retorte geht das Rohr U ab, welches in eine eiserne Kühlschlange sich fortsetzt, die mit einem Blechkasten mit Wasser umgeben ist. Das Kühlrohr führt die festen Fettsäuren in die Vorlage K, während die gasigen Producte durch das Rohr H nach außen entweichen.

Soll der Apparat in Betrieb gesetzt werden, so erhitzt man zunächst die Spirale MD und füllt dann die Retorte D mittelst des Rohres V bis zu drei Viertel mit dem geschmolzenen Fette an; hierauf läßt man Dampf zuströmen, dessen Temperatur man auf 300° erhält. Die Luft wird dadurch aus dem Apparate vollständig entfernt, und die Destillation beginnt in Folge der hohen Temperatur, die in der Retorte nicht unter 200° herabgeht, sehr bald. Die in der Vorlage K sich ansammelnden Fettsäuren sind übrigens zu den verschiedenen Zeiten der Destillation nicht die nämlichen. Fängt man sie fractionnirt vom Anfange der Destillation bis zu dem Ende auf, so ist ihr Schmelzpunkt nach den Versuchen von Payen:

		Aus Palmöl.	Aus Küchen- und Knochenfett.
1	Product	54,5°	40°
2	,,	52	41°
3	,,	48	41°
4	,,	46	42,5°
5	,,	44	44°
6	,,	41	45°
7	,,	39,5	41°

Das zugleich mit den Fettsäuren sich condensirende Wasser läuft durch einen Hahn aus der Vorlage ab; bei Beginn der Operation macht es die Hälfte des Productes, gegen das Ende nur mehr ein Drittheil desselben aus.

Die Destillation nimmt bei Anwendung von Retorten von 1000—1100 Kilogr. Capacität ungefähr 12 Stunden in Anspruch. Ihr Ende erkennt man daran, daß die condensirten Producte sich färben. In der Retorte bleibt ein schwarzer Theerrückstand, dessen Menge 2—5 Proc. vom Gewicht des angewendeten Palmöles, 5—7 Proc. wenn Küchenfett destillirt wurde, ausmacht. Der Rückstand bleibt in der Retorte, bis er durch wiederholte Destillationen sich in solcher Menge angehäuft hat, daß er entfernt werden muß; dieß geschieht mit Hülfe von Dampfdruck durch das Rohr V'; dieser Theer wird in einem anderen Destillirapparat, aus eisernen Röhren bestehend und in einem Ofen liegend, mit Hülfe von höher als 300° erhitzten Wasserdämpfen, der nochmaligen Destillation unterworfen, wobei man noch kleine Mengen von Fettsäuren und einen Rückstand von Pech erhält, das auf dieselbe Weise wie gewöhnlicher Theer Verwendung findet. In Frankreich kocht man zuweilen daraus schwarze Seife.

Die ersten Producte der Destillation des mit Schwefelsäure verseiften Palmöles sind so fest, daß durch Pressen keine flüssige Säure mehr ausgepreßt werden kann; sie können sofort zur Kerzenfabrikation Verwendung finden; die späteren Producte verwandelt man durch Umschmelzen in die Seite 458 erwähnten Fettsäurenbrote, preßt dieselben unter der hydraulischen Presse aus und schmilzt sie auf Wasser um. Die abgepreßten flüssigen Producte benutzt man zur Seifenfabrikation oder als Küchenlampenöl.

Man erhält nach diesem Verfahren an Fettsäuren

aus dem Suinter (vergl. Seite 358)	47 — 55	Proc.
aus den Olivenölabfällen	47 — 50	„
aus dem Palmöl	75 — 80	„
aus dem Fette der Schlächtereien	60 — 66	„
aus der Oelsäure	25 — 30	„

§. 187.

Bei dem hohen Interesse, welches die Gewinnung von zur Kerzenfabrikation tauglichen Fettsäuren durch Destillation darbietet, sei noch der von Tribouillet und Masse in Neuilly bei Paris angewendete Apparat beschrieben, welcher durch Fig. 113 im Vertikaldurchschnitt, durch Fig. 114 im Grundriß dargestellt ist. Das Wesentliche des Apparates besteht in der mög-

Fig. 113.

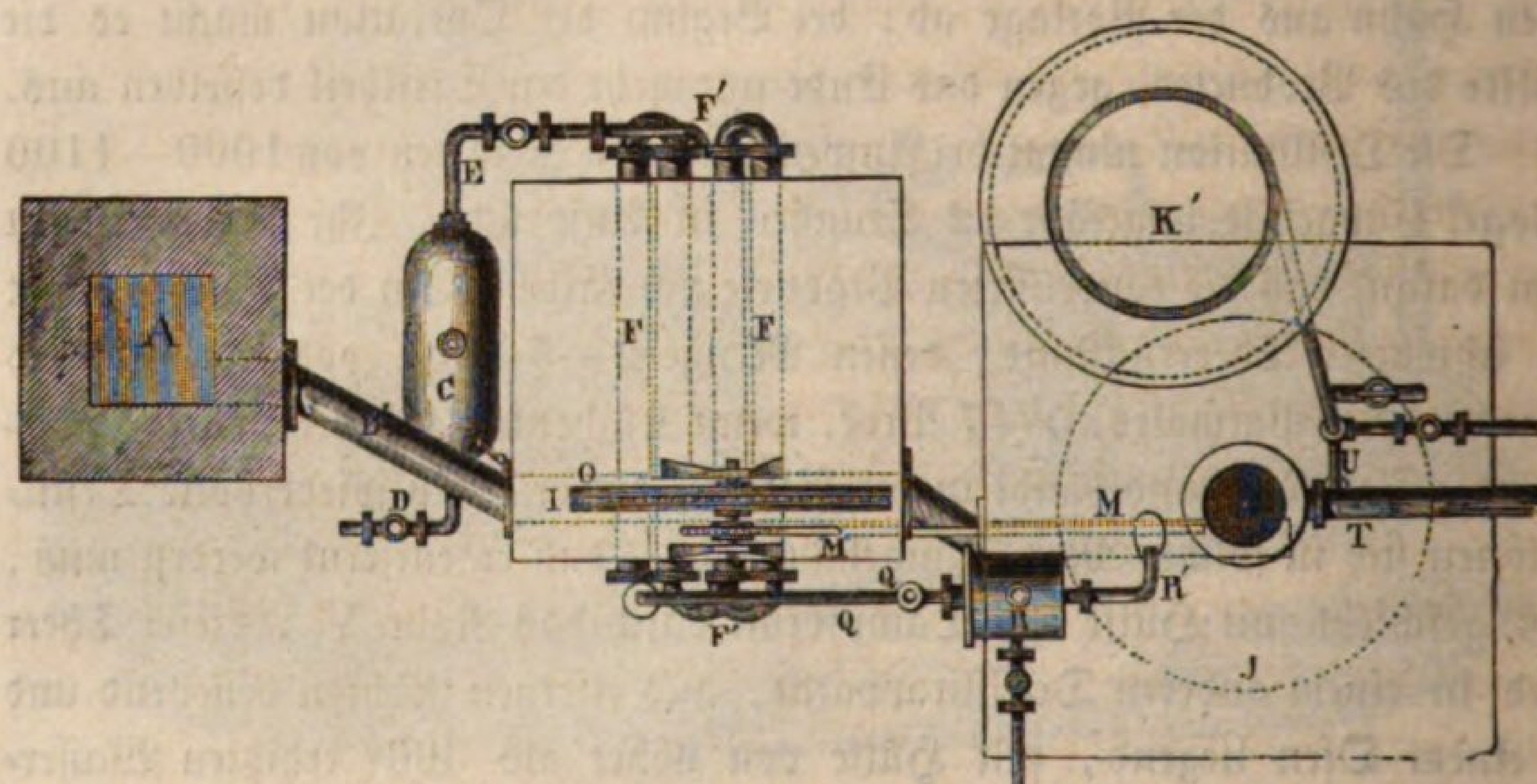
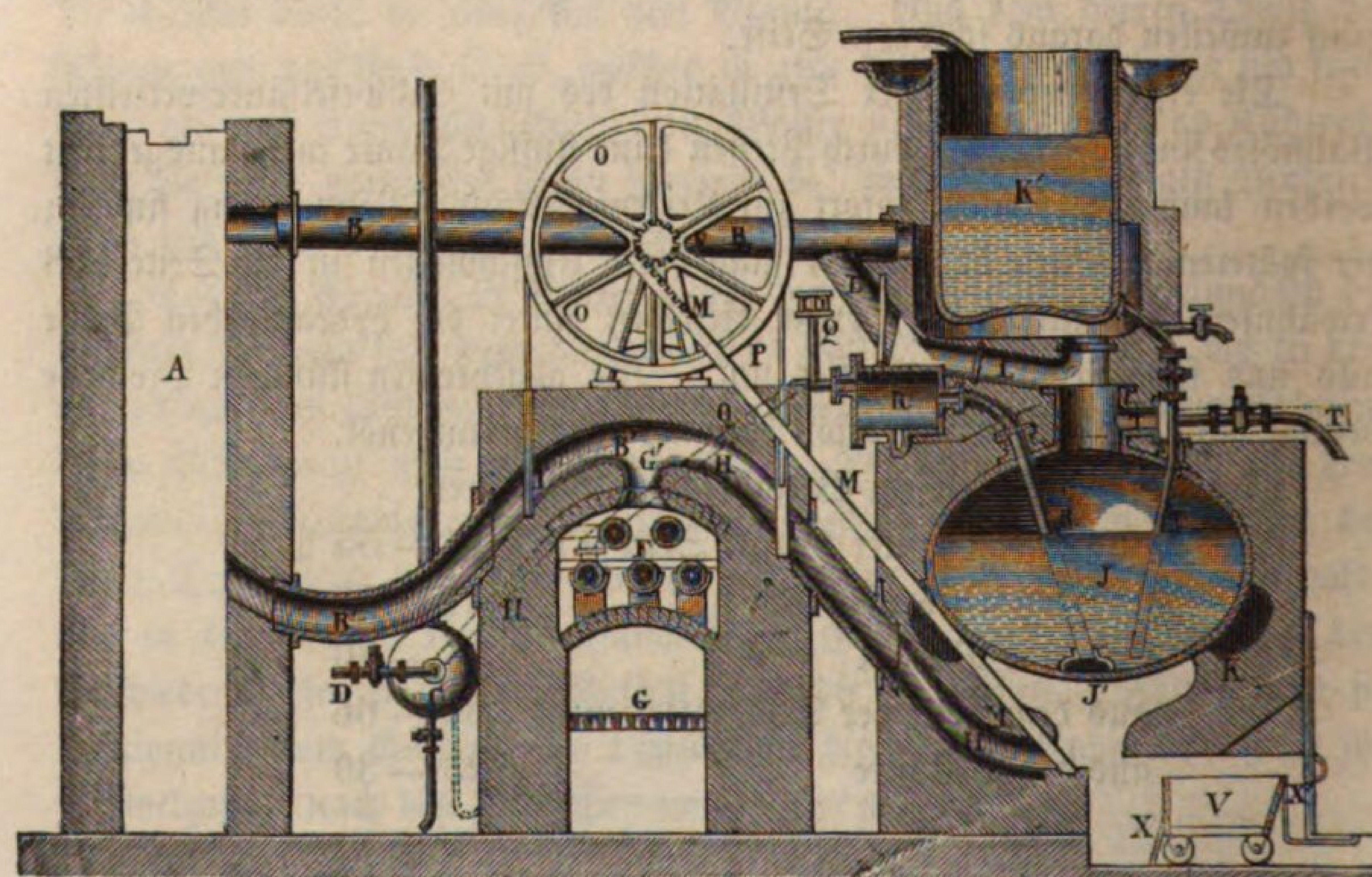


Fig. 114.



lichst vortheilhaften Benutzung der Wärme. Zu dem Ende ist der untere Theil des Destillirapparates mit einem 6—8 Centimeter abstehenden Metallmantel versehen. In diesen Mantel leitet man heiße Luft, welche durch mehrere Oeffnungen in denselben eintritt und dann in den Schornstein A entweicht, wenn man sie nicht zum Erwärmen anderer Stoffe und besonders des zu destillirenden Fettes verwendet. Der Metallmantel kann auch durch Mauerwerk ersetzt werden, welches gleichfalls um den untern Theil der Destillirblase einen Raum frei läßt. In diesen Raum strömt nach Belieben heiße Luft und die Feuerluft aus dem Ofen des Dampfgenerators ein. Das Einströmen läßt sich durch ein Register reguliren, so daß eine ziemlich constante und einen gewissen Wärmegrad nicht überschreitende Temperatur hergestellt werden kann. Zur Regulirung dient eine Stange aus Metall M, welche durch den Mantel hindurchgeht und an ihrem untern Ende fest unterstützt wird. Am oberen Ende hat die Stange eine Verzahnung, welche in das Getriebe N eingreift. An der Axe dieses Getriebes sitzt das große Rad O, über welches eine Kette P gehängt ist, an deren Enden die Register J und J′ befestigt sind. Wird nun in Folge der Ausdehnung oder Zusammenziehung der Stange M das Getriebe N in der einen oder in der anderen Richtung gedreht, so bewegen sich die beiden Register in entgegengesetzter Richtung, in der Weise, daß, wenn das eine den betreffenden Kanal um etwas mehr öffnet, das andere den ihm zugehörenden Kanal um eben so viel schließt. Ueberschreitet die Temperatur unter der Blase eine bestimmte Grenze, z. B 400°, so geht das Register J′ so weit herab, daß der Zutritt der Feuergase unter die Blase ganz abgesperrt und dagegen denselben der Weg in den Schornstein geöffnet wird. Die zum Reguliren dienende Metallstange läßt sich auch durch ein kleines eisernes Rohr ersetzen, welches am Ende verschlossen und erweitert ist und eine Länge von etwa zwei Meter hat; er stellt ein oben offenes großes Thermometer dar.

Der Destillirapparat selbst hat folgende Einrichtung. A ist der Schornstein, in welchem die Röhren B und B′ ausmünden. Das Rohr D führt Dampf zu und zwar zunächst in den Behälter C, welcher das condensirte Wasser zurückhält und nach unten abfließen läßt. Aus C geht der Dampf durch eine Röhre in die Cylinder F, welche über der Feuerung G liegen und von denen die unteren, um sie vor dem zerstörenden Einflusse der Hitze zu wahren, in rinnenförmige Mäntel von Thonmasse eingelegt sind. Der Dampf durchströmt sämmtliche Cylinder F, welche durch Röhren F′ mit einander verbunden sind. Nachdem er hier überhitzt worden ist, gelangt er durch das Rohr Q in einen Behälter R, in welchem sich die etwa von der Destillirblase J aufgestiegenen Fetttheile absetzen können, und von da durch das Rohr

R′ in die Blase. Um den Nachtheilen zu begegnen, die aus der Entstehung eines Vacuums in der Blase hervorgehen würden, ist neben dem Behälter R auf der Röhre Q ein Rohr Q′ angebracht, welches mit einem sich nach innen öffnenden Ventile versehen ist. In den Raum I′ unter der Blase I treten die Verbrennungsproducte und gehen von hier aus durch den Mantelraum K, wenn die zu destillirende Fettsubstanz in der Blase über diesem Raume steht; anderen Falles können die Feuergase auch direct zu dem Behälter K′ geleitet werden. Letzterer Behälter ist seitlich an der Blase angebracht und enthält das bei der nächsten Operation zu destillirende Fett, welches hier zunächst vorgewärmt wird. Am oberen Rande ist dieser Behälter mit einer Rinne versehen, damit beim Füllen desselben kein Fett verloren gehe. Seine Erhitzung geschieht durch die heiße Luft, welche zuvor die Blase erhitzt hat; dieselbe geht zuletzt durch B in den Schornstein. Soll der Behälter K′ nicht erhitzt werden, so läßt man die heiße Luft durch L direct nach B strömen, indem man einen in L befindlichen Schieber öffnet. Der Theil der Feuerluft aus G, welcher nicht zur Blase strömt, geht durch B′ in den Schornstein. Der Inhalt des Fettreservoirs K′ kann durch das Rohr U in die Blase abgelassen werden. Die Blase steht durch das Rohr T mit einem Condensator in Verbindung. Um die Blase I bei Beginn der Destillation durch besonderes Feuer erhitzen zu können, kann in den Raum unter der Blase ein Wagen V gefahren werden, welcher mit glühenden Kohlen beladen und mit einem Rost versehen ist, durch welchen letzteren erforderlichen Falles der Blase noch Wärme zugeführt werden kann. Die Luft wird nämlich durch bewegliche Platten X und X′ genöthigt, durch den Rost des Wagens hindurch zu gehen. Die Oeffnung für den Eintritt dieser Luft läßt sich durch einen durch das Rad O bewegten Schieber reguliren. Die Temperatur, welche der Blase vor dem Zuführen der überhitzten Wasserdämpfe gegeben wird, ist 250 bis 300°; die Temperatur der eingeleiteten Dämpfe ist ungefähr dieselbe. Bei der Destillation bleibt selbst bei den reineren Fettmaterialien stets ein brauner Harzrückstand in der Blase, die ein von Zeit zu Zeit vorgenommenes Reinigen derselben erheischen; bildet sich dieser Rückstand nicht, so könnte die Destillation, indem man aus dem Reservoir K′ ununterbrochen Fett nachfließen ließ, continuirlich stattfinden.

§. 188.

VI. Verseifung mittelst Chlorzink. Anstatt der Schwefelsäure hat man das Chlorzink, welches (vergl. Bd. I, pag. 436) in vielen Fällen sich der Schwefelsäure ähnlich verhält, zur Verseifung der Fette in Vorschlag gebracht. Es hat vor der Schwefelsäure für manche Länder so für die

Staaten Südamerika's unzweifelhafte Vorzüge, die nicht nur, weil es immer wieder gewonnen werden kann, in dem billigen Preise, sondern auch darin zu suchen sind, daß es sich, in Kasten oder Fässer gegossen, mit Leichtigkeit und ohne Gefahr transportiren läßt.

Wenn man nach den Versuchen von L. Krafft und Tessié du Mottay ein neutrales Fett mit wasserfreiem Chlorzink erhitzt, so tritt zwischen 150 und 200° eine vollständige Vermischung der beiden Stoffe ein. Nach einiger Zeit fortgesetztem Erhitzen und Auswaschen der Masse mit warmen Wasser oder besser mit Wasser, welches mit etwas Salzsäure angesäuert wurde, erhält man ein Fett, welches bei der Destillation die ihm entsprechende Fettsäure giebt, wobei nur sehr geringe Mengen von Acroleïn sich bilden. Das Waschwasser nimmt hierbei fast alles Chlorzink wieder auf und kann durch Eindampfen desselben wieder gewonnen werden. Die Fettsäuren bilden sich hierbei in derselben Menge als nach dem Verseifungsverfahren mit Schwefelsäure; sie haben dasselbe Ansehen, dieselben Eigenschaften und denselben Schmelzpunkt. Die Menge des zur vollständigen Verseifung erforderlichen Chlorzinks beträgt 8 bis 12 Proc. vom Gewicht des Fettes.

Nachstehend sind die Ergebnisse einiger Versuche mit verschiedenen Fettarten, welche mit 12 Proc. Chlorzink behandelt wurden, mitgetheilt:

a) 100 Th. Talg gaben nach der Behandlung mit Chlorzink und nach der Destillation des (96 Th. betragenden) Productes mit Wasserdampf 87 Th. Fettsäure von 45° Schmelzpunkt;

b) 100 Th. Palmöl gaben nach der Verseifung 96,7 Th. Product, 26 Th. des verseiften Fettes gaben bei der Destillation mit Wasserdämpfen

Erstes Produkt	15,5	Theile	weiß, krystallinisch, bei 55° schmelzend,
Zweites „	3,2	„	gelblich, krystallinisch, bei 33° schmelzend,
Drittes „	5,5	„	grünlichgelb, von Honigconsistenz.
	24,2	Theile.	

c) 100 Th. Oelsäure gaben nach der Verseifung und Destillation 56,6 Theile eines weißen festen Productes, welches bei 32° schmolz und ferner 20 Th. eines gelben Productes von Butterconsistenz.

§. 189.

VII. **Verseifung mittelst überhitzten Wassers.** Neben den Alkalien und Säuren ist in dem verwichenen Jahrzehnd ein neues Agens zur Spaltung der neutralen Fette in Glycerin und in Fettsäuren zur Anwendung gekommen. Dieses Agens ist einfach durch Hochdruck überhitztes Wasser. Der Gedanke die Fette einer derartigen Behandlung zu unterwerfen ist nicht neu. Schon in den Arbeiten Appert's (1823) und Ma-

nicler's (1826) finden sich Andeutungen über die Zersetzung der Fette durch überhitztes Wasser, obgleich der von genannten Technikern beabsichtigte Zweck durchaus verschieden von der Aufgabe war, die sich heutzutage die Industrie stellt. Bei den Versuchen Appert's und Manicler's handelte es sich nur um die Trennung des Talges von den Membranen, die denselben einschließen. Eine Temperatur von 115 bis 121° war zu dem Ende schon völlig genügend.

Bei einer Temperatur von 180° und einem Druck von 10 bis 15 Atmosphären kann das Wasser aber auf die neutralen Fette eine weit tiefer gehende Wirkung äußern und sie sofort in ihre beiden constituirenden Bestandtheile spalten. Die Kenntniß dieser interessanten und wichtigen Reaction verdankte man den Arbeiten der beiden Chemiker Tilghmann in England und Berthelot in Paris, welche im Jahre 1854 fast zu gleicher Zeit die folgenreiche Entdeckung machten. Kurze Zeit nachher gelangte auch Melsens in Brüssel zu dem nämlichen Resultat. Von den drei genannten Chemikern beschäftigten sich jedoch nur zwei, nämlich Tilghmann u. Melsens mit der industriellen Seite der Frage. Die von beiden Technikern angewendeten Methoden haben übrigens vieles mit einander gemein.

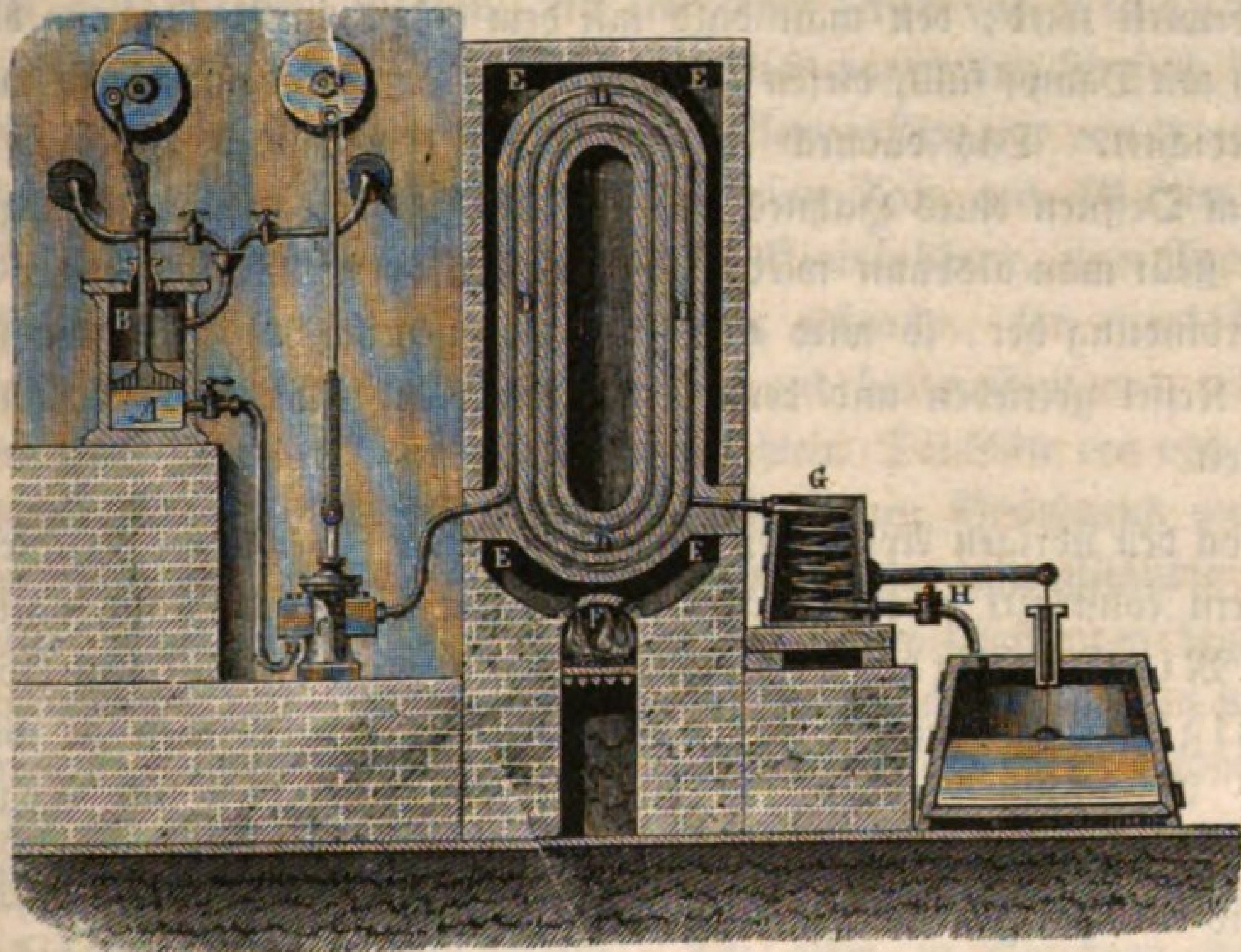
Tilghmann[1]) setzt zu dem zu zerlegenden neutralen Fette $^1/_3$ oder $^1/_2$ Volumen Wasser und bringt das Gemisch in ein geeignetes Gefäß, worin es der Einwirkung der Wärme, nämlich einer, etwa dem Schmelzpunkt des Bleies gleichkommenden Temperatur — 320° — ausgesetzt werden kann, bis der beabsichtigte Zweck erreicht ist. Zur Erzielung des erforderlichen Druckes und zur Verhütung der Verflüchtigung des Wassers ist selbstverständlich ein geschlossenes Gefäß anzuwenden. Das Verfahren läßt sich rasch und continuirlich ausführen, indem man das Gemisch von Fett und Wasser durch ein Rohr circuliren läßt, welches auf die erwähnte Temperatur erhitzt ist. Fig. 115 zeigt den Vertikaldurchschnitt des hiezu angewendeten Apparates. Er besteht aus einem Kessel A, in welchem das vorher von Unreinigkeiten befreite Fett mit heißem Wasser in Berührung kommt, um in eine emulsionähnliche Mischung verwandelt zu werden. Der siebähnlich durchlöcherte Kolben B, welcher im Innern des Gefäßes A rasch auf und abbewegt wird, bewirkt die innige Mischung des Fettes mit dem Wasser. Die Druckpumpe C treibt das Gemisch durch ein langes schmiedeeisernes Rohr D D, welches, wie die Zeichnung ergiebt, mehrmals gebogen in dem Ofen E E angebracht ist und durch das Feuer F bis zum Schmelzpunkt des Bleies erhitzt wird. Beim Austritt aus den Heizröhren geht das Gemisch, dessen Fettantheil bereits in Glycerin und Fettsäuren gespalten ist, durch das Schlangenrohr G, in welchem sich

---

[1]) Wagner's Jahresbericht der chem. Technologie 1855 p. 406.

seine Temperatur bis auf 100° erniedrigt. Hierauf entweicht es durch H und fällt in einen geeigneten Behälter. Das bei H angebrachte Ventil wird der Art belastet, daß, wenn die Heizröhren die erforderliche Temperatur haben und die Druckpumpe außer Thätigkeit ist, es durch den innern Druck nicht

Fig. 115.



geöffnet werden kann, daß folglich, wenn die Pumpe nichts in den Apparat treibt, aus demselben auch nichts entweicht, vorausgesetzt, daß die Temperatur nicht zu hoch ist. Wenn aber die Druckpumpe arbeitet und ein gewisses Quantum der Mischung durch den Apparat treibt, so öffnet sich das Ventil H und läßt aus G eine entsprechende Menge des behandelten Gemisches entweichen. Der Schmelzpunkt des Bleies (320°) ist im Allgemeinen diejenige Temperatur, bei welcher die Zersetzung der Fette am besten vor sich geht; gewisse Fette wie z. B. das Palmöl zersetzen sich jedoch schon bei dem Schmelzpunkte des Wismuthes (270°). Das heiße Gemisch von Fettsäure und Glycerinlösung wird durch Decantiren getrennt, die Fettsäure wird mit Wasser gewaschen, die Glycerinlösung abgedampft und auf bekannte Weise gereinigt. Einige Fette, besonders die unreinen, bilden bei ihrer Zersetzung Essigsäure und andere lösliche Säuren in reichlicher Menge, wodurch die eisernen Röhren angegriffen werden; in diesem Falle setzt man der Mischung von Fett und Wasser, bevor sie in die Zersetzungsröhren getrieben wird, eine entsprechende Menge Alkali zu. Im Allgemeinen ist ein zehn Minuten lang währendes Erhitzen zur vollständigen Zerlegung der Fette genügend.

Das Verfahren von Melsens[1]) welches in Antwerpen eine kurze Zeit wirklich in Ausführung gekommen ist, besteht einfach darin, daß man in einem Papin'schen Digestor das zu zersetzende Fett bei 180 bis 200° C. mit 10 bis 20 Proc. Wasser in Berührung bringt, welches mit 1 bis 10 Proc. Schwefelsäure versetzt worden ist. Sein Apparat ist ein langer liegender Kessel, in welchem die Mengung des Wassers mit dem Fett durch einen zweiten kleinen Kessel bewirkt wird, den man bald mit dem erstern in Verbindung bringt, dadurch mit Dampf füllt, diesen alsdann in die Luft entweichen läßt und den Rest verdichtet. Das dadurch im kleinen Kessel entstandene Vacuum saugt nun beim Oeffnen eines Hahnes Wasser und Fett aus dem unteren großen Kessel; stellt man alsdann wieder zwischen den oberen Theilen beider Kessel eine Verbindung her, so wird das Flüssigkeitsgemisch mit Heftigkeit in den unteren Kessel getrieben und bewirkt die Mischung aller dort vorhandenen Flüssigkeit.

Von den übrigen Apparaten, die zu gleichem Zwecke von verschiedenen Technikern construirt worden sind, sei erwähnt der in England patentirte von Le Mire de Normandy (1855), der aber zu viel mit dem Apparat von Tilghmann gemein hat, um hier näher beschrieben zu werden. Größere Beachtung verdient der Apparat von Wright und Fouché, welcher drei Jahre lang unter der Leitung von Delacretaz in Vaugirard bei Paris in Thätigkeit war.

Dieser Apparat besteht aus zwei starken kupfernen Kesseln, die hermetisch verschlossen sind und über einander stehen. Zwei Röhren verbinden diese Kessel mit einander; die eine a geht in dem untern Kessel fast bis auf dessen Boden herab und mündet mit dem andern Ende kurz über dem Boden des oberen Kessels, die zweite Röhre b geht vom Deckel des unteren Kessels aus und mündet unter dem Deckel des oberen Kessels. Der obere Kessel ist der Dampfgenerator, in dem zweiten geht die Zersetzung der Fette vor sich. Soll mit dem Apparat gearbeitet werden, so füllt man den Generator mit Wasser bis zu dem Punkte an, wo das erste Rohr a mündet; der zweite Kessel wird mit dem geschmolzenen Fette so weit angefüllt, daß das Fett das Rohr b oben berührt; es bleibt mithin ein freier Raum — von dem Patentträger Expansionsraum, chambre d'expansion genannt — zwischen dem Fett und dem Deckel des zweiten Kessels. Wird nun stark geheizt, so gelangt der Dampf aus dem Generator durch das Rohr b in den Expansionsraum, condensirt sich hier, geht hierauf im verdichteten Zustande durch das

[1]) Wagner's Jahresbericht der chem. Technologie 1855, p. 412.

specifisch leichtere Fett abwärts, um durch das Rohr a von Neuem in den Generator zu gelangen. Auf diese Weise wird die neutrale Fettsubstanz bei hoher Temperatur und hohem Druck unablässig mit Wasser innig gemischt und in kurzer Zeit vollständig in Fettsäure und Glycerin gespalten.

Ueber den industriellen Werth vorstehenden Apparates sind hier und da Zweifel ausgesprochen worden, ein im Jahre 1862 von Cloëz im Muséum d'histoire naturelle in Paris öffentlich angestellter Versuch hat aber diese Bedenken völlig gehoben. In einem kleinen Apparat von der oben beschriebenen Construction wurden 8 Kilogramm Talg und 16 Liter Wasser acht Stunden lang bei einem Druck von 15 Atmosphären, einer Temperatur von 200° entsprechend, in Wechselwirkung gebracht. Es ergab sich eine Ausbeute von 97,5 Proc. an schön weißer und harter Fettsäure, die kaum Spuren von einer unverseiften Substanz enthielt. Die Güte des von Cloëz erhaltenen Productes beweist den Werth des neuen Verfahrens und zeigt, daß wenn in der Praxis der Apparat zuweilen nur unvollständig verseifte Producte geliefert hat, die Schuld nur zufälligen Umständen beigemessen werden muß wie z. B. einer zu geringen Wassermenge oder einer zu niedrigen Temperatur. Denn bei der Verseifung mittelst überhitzten Wassers sind zwei Bedingungen besonders unerläßlich, nämlich innigste und emulsionähnliche Mischung des Fettes mit dem Wasser und dann die Anwendung einer hinreichend hohen Temperatur. Bei allen in Vorschlag gebrachten Apparaten ist man auch bemüht gewesen, die erste Bedingung sorgfältig einzuhalten. Was die Nothwendigkeit einer bestimmten Temperatur betrifft, so geht aus den schönen Untersuchungen Berthelot's über die Fette mit Bestimmtheit hervor, daß wenn bei einer gewissen Temperatur die neutralen Fette durch Wasser in Fettsäuren und Glycerin zerlegt werden, bei einer niedrigeren Temperatur die Wiedervereinigung der Spaltungsproducte zu neutralem Fette stattfindet. Wendet man nun beim Arbeiten im Großen Temperatur und Druck zu niedrig an, besonders bei Gegenwart einer zu geringen Wassermenge, so begreift man, wie bei dem fortgesetzten Contact zwischen Fettsäure und concentrirter Glycerinlösung ein gewisses Quantum neutralen Fettes sich wieder bilden und den Schmelzpunkt des erhaltenen Productes herabdrücken könne.

§. 190.

VIII. An die im vorstehenden Abschnitte beschriebene Verseifung mittelst überhitzten Wassers schließt sich die Verseifung mittelst überhitzter

Wasserdämpfe an, welche gegenwärtig in England von der Compagnie Price im größten Maßstabe angewendet und ausgebeutet wird.

Bereits Gay-Lussac und nach ihm Dubrunfault suchten das Factum, daß neutrale Fette bei ihrer Destillation in Fettsäuren übergehen, industriell zu verwerthen. Aber troß aller Mühe, troß der gleichzeitigen Anwendung des Wasserdampfes entsprach der Erfolg durchaus nicht den Erwartungen; stets war es der Fall, daß ein Theil der Fettsubstanz unter Bildung von kohligen Producten und von Acroleïn sich zersetzte.

Wilson und Gwynne waren mit ihren Bestrebungen glücklicher; mit Anwendung von Destillirapparaten, welche in ihrer Construction im Wesentlichen mit den Seite 468 beschriebenen übereinstimmen, gelang unter Mitwirkung überhitzter Wasserdämpfe die vollständige Spaltung der neutralen Fette in Fettsäure und in Glycerin. Durch strenges Einhalten einer bestimmten Temperatur war es nicht nur möglich, die Fette völlig zu verseifen, sondern auch die Producte der Verseifung, die fetten Säuren und das Glycerin, unzersetzt zu destilliren.

Die Retorten, in denen die Destillation vorgenommen wird, haben eine Capacität von 60 Hektolitern; sie werden durch directe Heizung auf eine Temperatur gebracht, welche genau zwischen 290 und 315° liegt. Ein schmiedeeisernes Rohr führt bis auf 315° erhitzten Dampf in die geschmolzene Fettsubstanz. Die Dampfzufuhr wird je nach der Art des Fettes 24 bis 36 Stunden lang unterhalten. Die Verseifung geht auf diese Weise vollständig vor sich, die frei gewordene Fettsäure und das Glycerin werden an der unteren Mündung des Kühlapparates gewonnen. Erstere wird sofort auf Kerzen verarbeitet, während das Glycerin durch eine nochmalige Dampfdestillation gereinigt wird. Wie oben hervorgehoben, ist die geeignete Temperatur auf das sorgfältigste einzuhalten; ist sie niedriger als 310°, so ist die Zersetzung eine äußerst langsame, steigt sie dagegen höher, so wird ein Theil der Fettsubstanz zersetzt und es entsteht Acroleïn in reichlicher Menge.

§. 191.

Darstellung der Kerzen.

Ein sehr wichtiger Theil einer Stearinkerze, wie einer Kerze überhaupt ist der Docht (mèche, *wick*), in dessen engen Zwischenräumen das durch die Wärme der Flamme geschmolzene Leuchtmaterial in dem Grade aufgesaugt und die Flamme größer wird, als es von dieser consumirt wird. Der Docht muß mithin aus porösen Substanzen bestehen und außerdem muß er auch

— wenigstens bei Kerzen, nicht immer bei Lampen — verbrennlich sein. Wenn ehedem und nach hier und da aufgetauchten neueren Vorschlägen andere Materialien als Baumwolle z. B. Tannen- und Birkenholz, Schilf, Stroh, Papier-maché in Gebrauch oder in Vorschlag waren, so sind gesponnene Fäden aus Baumwolle gegenwärtig das einzige noch gebräuchliche Dochtmaterial. In Bezug auf die gute Beschaffenheit der Dochte ist es wesentlich, daß sie aus gleichförmig dicken und rein gesponnenem Garn bestehen, damit der Docht selbst überall gleich dick sei und keine nicht eingesponnenen Fäden (sogenannte Räuber oder Reider) von ihm abstehen. Das Garn, welches am häufigsten genommen wird, ist schwach gedrehtes Mulegarn (vergl. Bd. IV. p. 138) und zwar gewöhnlich Nr. 16 bis 20 für Talgkerzen, Nr. 30 bis 40 für Stearinkerzen. Je reiner und gleichförmiger die Dochte in ihrer ganzen Länge sind, desto gleichmäßiger geht in Folge der gleichförmigen Capillarwirkung, genügende Reinheit des Leuchtmaterials vorausgesetzt, das Emporsteigen der Fettsubstanz, mithin auch ein gleichförmiges Verbrennen der Länge nach vor sich. Früher und gegenwärtig auch noch häufig bei Talg- und Wachskerzen war der Docht gedreht, d. h. die einzelnen Baumwollfäden lagen, eine steile Schraubenlinie beschreibend, nebeneinander. Cambacérès war es, der die Dochtfabrikation verbesserte in der Absicht, das zeitweilige Abschneiden oder lästige Putzen der Flamme zu vermeiden. Diese Verbesserung bestand in der Einführung der geflochtenen Dochte, wodurch der Kerze der Beistand der Lichtscheere entbehrlich wird. Unter dem Einflusse der Spannung, in welcher sich die einzelnen Baumwollfäden des zopfartig, gewöhnlich nur dreischnürig geflochtenen Dochtes befinden, erleidet das aus der Kerzenmasse hervorragende Ende desselben eine Krümmung, welche seine Spitze stets außerhalb der Flamme hält und ihr gestattet, in der frei umspielenden Luft schnell zu verglimmen. Bolley führt eine Stearinkerzenfabrik an, in welcher bei Kerzen, wovon

8	auf	das	Pfund	gehen	63	Garnfäden	Nro.	40	zum	Docht	dienen
6	„	„	„	„	87	„	„	„	„	„	„
5	„	„	„	„	96	„	„	„	„	„	„
4	„	„	„	„	108	„	„	„	„	„	„

Die geflochtenen Dochte werden wie gewöhnliche Schnüre auf der Rundschnurmaschine oder Dockenmaschine (machine à lacets, *braiding or plaiting machine*) [1]) angefertigt.

---

[1]) Vergl. Prechtl', Encyklopädie, Bd. XIII. p. 242 und 276, ferner Dingl. polyt. Journal CXLVI. p. 22.

Der fertige Docht wird entweder zerschnitten in Stücke von entsprechender Kerzenlänge oder, nach einem neuern Verfahren, es bleibt ein ununterbrochenes Dochtstück, um welches die Kerze geformt wird, und welches man erst dann zerschneidet, wenn die Kerze fertig ist.

Ehe der Docht zur Kerzenfabrikation Anwendung finden kann, muß er erst präparirt werden. Denn der nicht präparirte Docht hinterläßt bei seiner unvollständigen Verbrennung einen Kohlerückstand, welcher die Capillarwirkungen des Dochtes bedeutend schwächt. Man war daher sofort nach der Einführung der Stearinkerzenfabrikation bemüht, den Docht mit Substanzen zu imprägniren, welche die Verbrennung des Dochtes befördern. Cambacérès hatte die Anwendung von Schwefelsäure und Salpetersäure in Vorschlag gebracht, in der Absicht der Bildung von Seifen, welche unter dem Einflusse der Kerzenflamme durch directe Vereinigung der Fettsäure mit dem Alkali der Dochtasche entstünden und die er als die Ursache der schnellen Verstopfung des Dochtes ansah, vorzubeugen. Und in der That gelang es ihm, den Uebelstand, was auch immer dessen Grund sein mochte, durch Behandeln des Dochtes mit verdünnter Schwefelsäure zu beseitigen, welche nach seiner Vorstellung in der Asche nur die Bildung von schwefelsauren Salzen zuließ, wodurch die Erzeugung fettsaurer Alkalien verhindert werde. Ein Uebelstand des Behandelns des Dochtes mit Schwefelsäure bestand darin, daß der Docht häufig zerfressen wurde. D'Arcet schlug später zum Imprägniren der Dochte salpetersaures Ammoniak vor, aber selbst dieses ließ viel zu wünschen übrig. Es war daher für die Ausbreitung der neuen Industrie von Wichtigkeit, als de Milly im Jahre 1830 in der Borsäure und Phosphorsäure das Mittel fand, durch welches den Dochten dadurch, daß genannte Säuren mit den Aschenbestandtheilen des Dochtes und vielleicht auch der Fettsubstanz zu einer Glasmasse zusammentraten und am Ende des Dochtes eine schwere Glasperle bildeten, wovon der Docht dergestalt bog, daß er außerhalb der Flamme endete, Verbrennlichkeit ertheilt wurde. In den französischen Fabriken taucht man die zu präparirenden Dochte drei Stunden lang in eine Lösung von 1 Kilogr. Borsäure und 50 Liter Wasser, ringt sie dann kräftig aus oder befreit sie in der Centrifugalmaschine von der überschüssigen Flüssigkeit und trocknet sie sodann in einem doppelwandigen Blechkasten, in dessen Doppelwände Dampf einströmt. Um die Baumwolldochte besser benetzbar zu machen, ist ein Zusatz von Alkohol zu der wässrigen Borsäurelösung zweckmäßig. Payen [1]) empfiehlt als Dochtbeize eine mit

---

[1]) Payen, Précis de chimie industrielle, Paris 1859, Tome II p. 586.

3—5 pro Mille Schwefelsäure versetzte Lösung von 5—8 Grm. Borsäure in 1 Liter Wasser. In einigen österreichischen Stearinkerzenfabriken wendet man zum Imprägniren der Dochte das phosphorsaure Ammoniak an. Bolley[1]) endlich macht auf eine Salmiaklösung von 2—3° B. als auf eine einfache und wohlfeile Dochtbeize aufmerksam; diese Concentration sei hinlänglich stark, eine schwächere beseitige nicht den Uebelstand, daß beim Ausblasen des Lichtes der Docht bis auf das Fettsäureniveau herabglimme und nun schwer wieder angezündet werden könne.

§. 192.

Das Gießen der Kerzen (le moulage des bougies). Die Fettsäurebrote, mögen sie das Product der Kalkverseifung oder das der Behandlung mit Schwefelsäure und nachherigen Destillation oder endlich nur der Einwirkung überhitzten Wassers sein, haben, so wie sie aus der Warmpresse hervorgehen, so ziemlich gleiche Eigenschaften; sie erscheinen als weiße durchscheinende und ziemlich cohärente Kuchen, sind jedoch noch nicht rein genug, um als Kerzenmaterial Anwendung finden zu können; ihre Ränder, die der Einwirkung der Presse sich entzogen, sind zuweilen noch ölsäurehaltig, weich und gelblich gefärbt, und ihre Oberfläche nicht selten durch Eisenoxyd und durch Haare der Preßsäcke verunreinigt. Um die Brote zu reinigen, entfernt man zunächst die Ränder und schabt die beschmutzte Oberfläche ab; die Abfälle werden nochmals auf die Warmpresse gebracht. Hierauf werden die weißen Kuchen in mit Bleiblech ausgefütterten Bottichen mit einer großen Menge Schwefelsäure von 3° B. zusammengebracht und darin etwa eine Stunde lang mit Dampf behandelt. Der Zweck dieser Behandlung ist nicht, wie zuweilen angegeben wird, die letzten Spuren von stearinsaurem Kalk zu zersetzen, welcher gar nicht mehr vorhanden sein kann, sondern vielmehr das Eisenoxyd aufzulösen und die Fasern, von den Preßsäcken herrührend, zu zerstören. Nach hinreichender Einwirkung entfernt man die Schwefelsäure und wäscht die Fettsäure mit siedendem Wasser aus, bis die letzten Spuren von Schwefelsäure entfernt sind. Hierauf setzt man zu der geschmolzenen Fettsubstanz eine gewisse Menge Eiweiß, rührt gut um und erhitzt bis zum Sieden. Beim Coaguliren hüllt das Eiweiß alle Unreinigkeiten ein und setzt sich mit ihnen am Boden des Bottichs ab.

---

[1]) Bolley, Handbuch der chemischen Technologie, Braunschweig 1862, Bd. I. p. 113.

Die große Neigung der Stearinsäure zu krystallisiren und zwar in großen Krystallblättern, wenn das Erkalten der geschmolzenen Säure langsam geschieht, war im Anfange der Einführung der Stearinkerzenfabrikation ein großer Mißstand. Man erhielt beim Gießen ungleichartig durchsichtige Kerzen, welche leicht brachen. Ein Zusatz von arseniger Säure gab allerdings sehr viel gleichmäßiger aussehende minder krystallinische Kerzen, allein dieser Zusatz, obgleich derselbe nur in geringer Menge gemacht wurde, war mit den Forderungen der Gesundheitspolizei ganz unvereinbar, und mußte sehr bald auf dem Continente dem Verbote der Behörden, in England dem verdammenden Urtheile der öffentlichen Meinung verfallen. Die Mittel, die man gegenwärtig anwendet, erfüllen ihren Zweck eben so gut, man setzt nämlich der geschmolzenen Stearinsäure 2—6 Proc. weißes Wachs zu, oder noch gewöhnlicher, man läßt die geschmolzene Säure unter Umrühren bis nahe zu ihrem Erstarrungspunkt erkalten, ehe man sie in die fast bis auf den Schmelzpunkt der Säure erhitzte Form eingießt. Durch das Abkühlen und Umrühren wird eine Art flüssigen Fettbreies erhalten, der nicht mehr krystallisirt. Seitdem es in den Stearinkerzenfabriken gebräuchlich ist, die geschmolzene Stearinsäure mit Paraffin (bis zu 20 Proc.) zu versetzen, ist von einer Neigung der Fettmasse zu krystallisiren, keine Rede mehr [1]).

§. 193.

Die Kerzenformen (moules, *moulds*) bestehen aus einer Legirung von Zinn und Blei, in der Regel 20 Th. Zinn auf 10 Th. Blei; sie sind enge, etwas konische Röhren, welche inwendig sehr glatt sein müssen, um den Kerzen eben diese Glätte mitzutheilen. In die Axe derselben wird der Docht eingezogen, der einerseits in einem kleinen Loche am untern Ende, andererseits an einem, auf das obere weite Ende gesetzten Trichter befestigt ist. Durch diesen Trichter wird zugleich die geschmolzene Fettsubstanz gegossen. Die Formen, wie sie in den französischen Fabriken üblich sind, zeigt Fig. 116. a stellt eine aus zwei Theilen bestehende Form, dem Cylinder und dem Talgtrichter, dar, b zeigt die Vorderansicht der zusammengesetzten Form, c einen Längendurchschnitt derselben und die Lage des Dochtes, d den Drahthaken, mittelst dessen der Docht durchgezogen wird. Die jetzt angewendeten Formen haben gewöhnlich eine Kapsel (Trichter) für dreißig

[1]) Vor einigen Jahren hat man einen Zusatz von Sebacyl- oder Fettsäure zu der Stearinsäure vorgeschlagen, um ihr nicht nur die Neigung zu krystallisiren zu nehmen, sondern ihr auch einen höheren Schmelzpunkt zu ertheilen. Vergl. §. 200.

Formen. Fig. 117 zeigt einen solchen Gießapparat. A D ist ein großer Blechkasten, in welchem sich die Formen befinden; dieser Kasten steht in einem zweiten BB, welcher durch Wasserdampf bis auf 100° erwärmt wird.

Fig. 116.

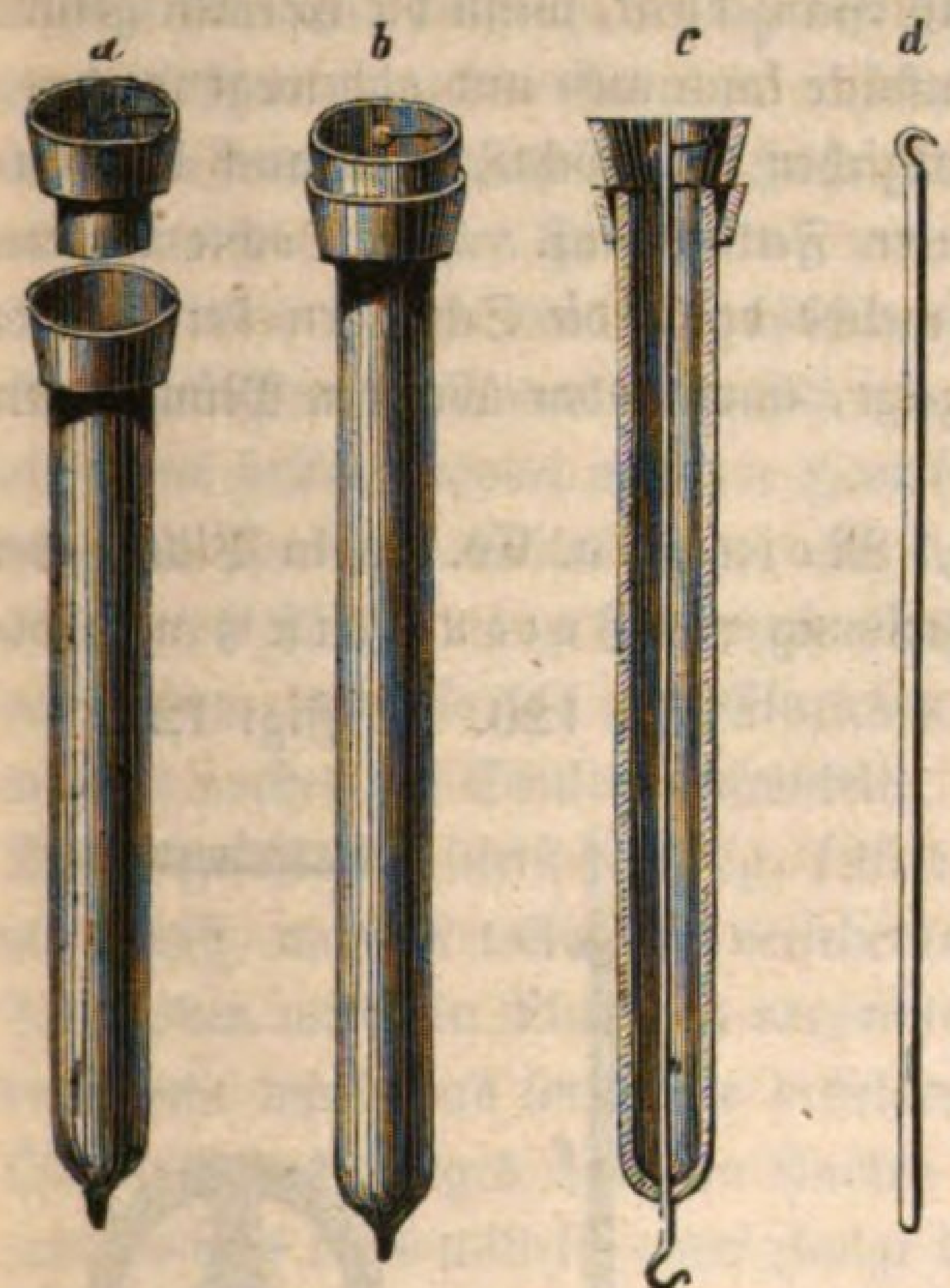
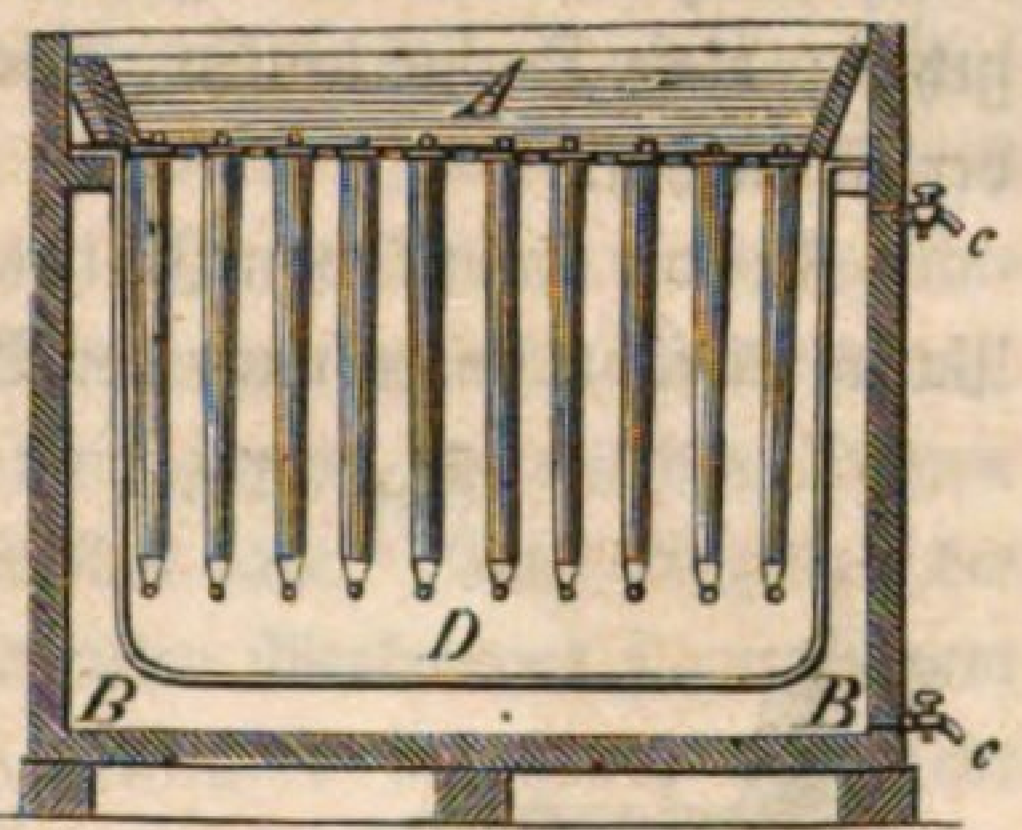
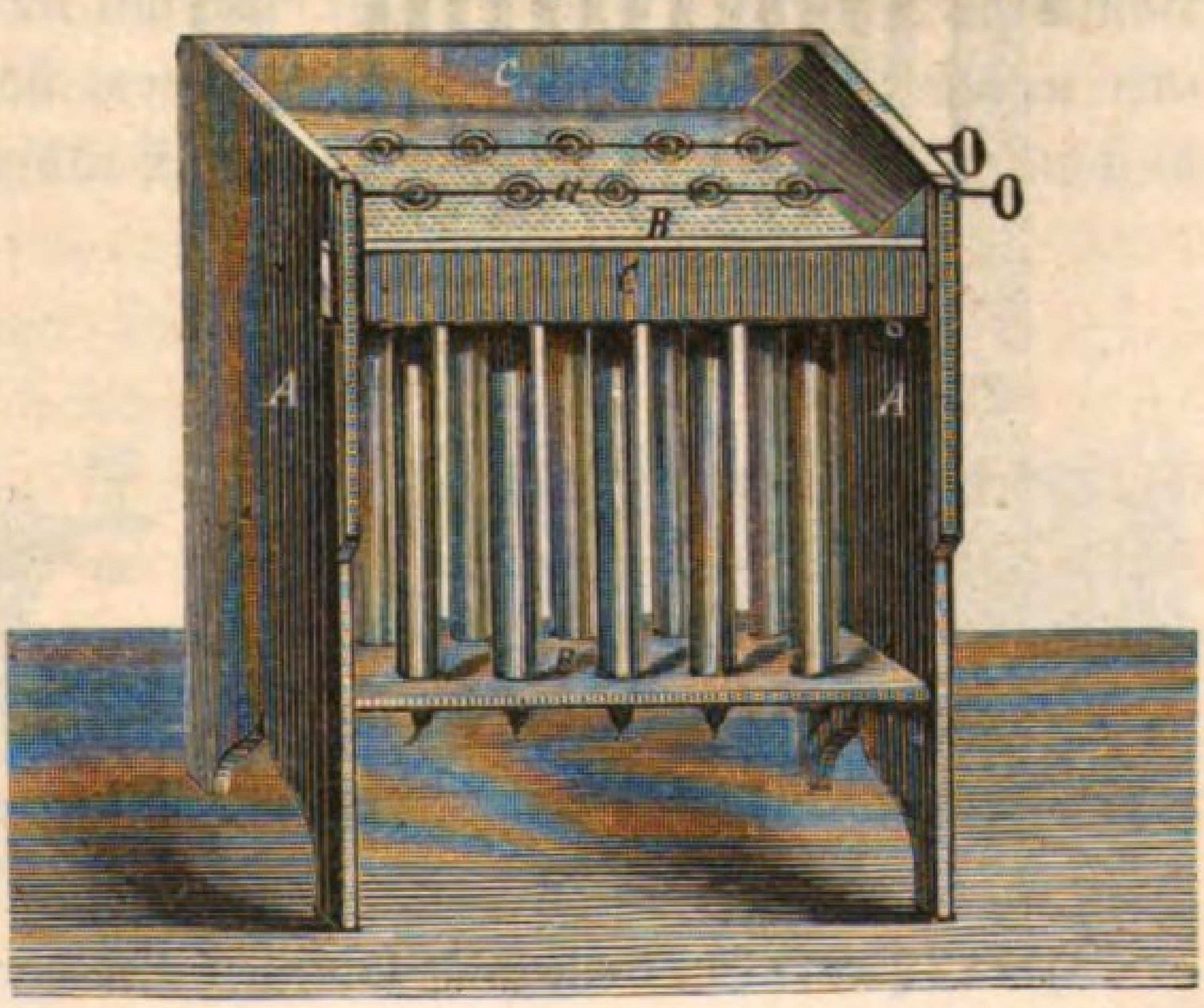


Fig. 117.



Sobald die Kerzenformen bis auf 45° erwärmt sind, entfernt man den Kasten AD aus BB und füllt die Formen mit der geschmolzenen Stearinsäure. Nach der Füllung überläßt man die Formen sich selbst, bis die Kerzen erkaltet sind und herausgenommen werden können.

Fig. 118.



In New-York und anderen Städten der nordamerikanischen Union wendet man einen durch Fig. 118 versinnlichten Apparat zum Kerzengießen an, dessen wesentliche Einrichtung schon aus der Zeichnung hervorgeht. Die Kerzenformen

unterscheiden sich von den französischen Formen dadurch, daß sie keinen Talgtrichter haben. Der Gießtisch besteht aus den hölzernen Scheidewänden AA, welche das zur Unterstützung der Formen dienende Querlager BB tragen. Das obere Lager ist von Metall. CC sind die Seitenstücke, welche mit dem oberen Gestell einen Behälter bilden, welcher zur Aufnahme der geschmolzenen Fettsubstanz dient, wenn die Formen gefüllt werden sollen. Das eine dieser Seitenstücke kann auf- und abbewegt werden; diese Einrichtung erleichtert das Durchziehen der Dochte, dann auch die Entfernung der in dem Behälter erstarrten Fettsubstanz. Die Dochte werden durch horizontale Drähte gehalten, welche durch die Schlingen der Dochte gehen; diese Dochte laufen, wie a zeigt, unmittelbar über den Mündungen der Form hin.

In der Fabrik von Jaillon, Moinier u. Co. zu la Villette bei Paris verfährt man nach der Beschreibung von Jacquelain[1]) auf fol-

Fig. 119.

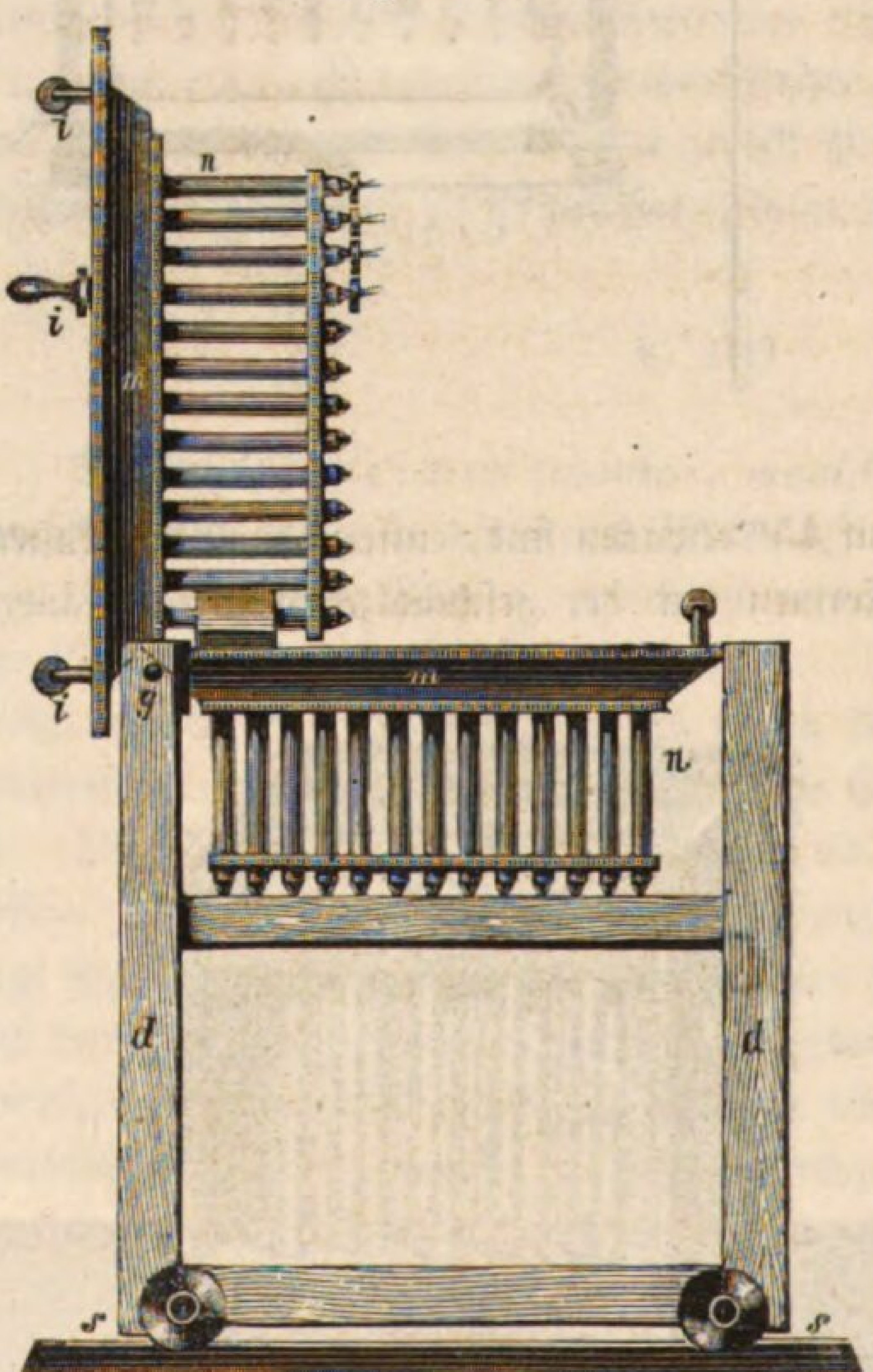


Fig. 120.



Fig. 121.



Fig. 122.



[1]) Jacquelain, Bulletin de la société d'encouragement, 1852, p. 320—343.

gende Weise: Die Gießformen werden bis auf 30° vorgewärmt. Es geschieht dies in einem besonderen Raume, in welchem eiserne Röhren liegen, durch welche gebrauchter Wasserdampf und warmes Condensationswasser circulirt. Die Aufstellung der Gießformen ergiebt sich aus Fig. 119. Auf einem Holzgestell d, welches mit Rädern versehen ist und auf einer kleinen Eisenbahn f hin- und hergeschoben werden kann, befinden sich drei Abtheilungen von Gießformen neben einander. Jede Gießform besteht aus dem Eingußkasten m von 4,5 Centimeter Höhe, die Stelle eines Trichters versehend, und aus drei Reihen Formen n, von denen jede 13 enthält; die Formen sind an den Boden des Eingußkastens festgeschraubt. Eine jede der drei Abtheilungen der Formen läßt sich um eine Axe g drehen und dadurch auf die Seite stellen, wobei man die Handhabe i benutzt. In der Zeichnung ist das mit einer der Abtheilungen angedeutet. Die mit Borsäurelösung imprägnirten Dochte bringt man nach raschem Abtropfen in einen Trockenraum, in welchem man sie bis zum Einziehen in die Formen, zu welchem Behufe man sie vorher auf Spulen aufwickelt, verweilen läßt. Das Einziehen der Dochte geschieht mittelst des Fig. 120 dargestellten Werkzeuges j, aus einem mit Griff und Metallhaken versehenen Holzcylinder bestehend. In jede Form oben wird ein Ring von verzinntem Eisenblech (Fig. 121) gelegt und der Docht durch das im Stege desselben befindliche Loch l hindurchgeführt. Oberhalb des Steges hält ein Knoten den Docht fest. Das untere Ende des Dochtes wird mittelst einer Zange k (Fig. 122) von verzinntem Eisendraht befestigt, welche man darüber schiebt. Durch diese Zange wird der Docht in einer gewissen, doch nicht zu starken Spannung erhalten, damit derselbe beim Schwinden der Kerze nachgebe und nicht abreiße.

Sind die präparirten Dochte eingezogen und die Gießformen bis auf 30° vorgewärmt, so wird die auf 40° erkaltete und gerührte Stearinsäure mit Hülfe eines mit Ausguß versehenen Blecheimers in die Kästen m eingegossen, bis die Formen gefüllt sind und eine Portion Stearinsäure noch in

Fig. 123.

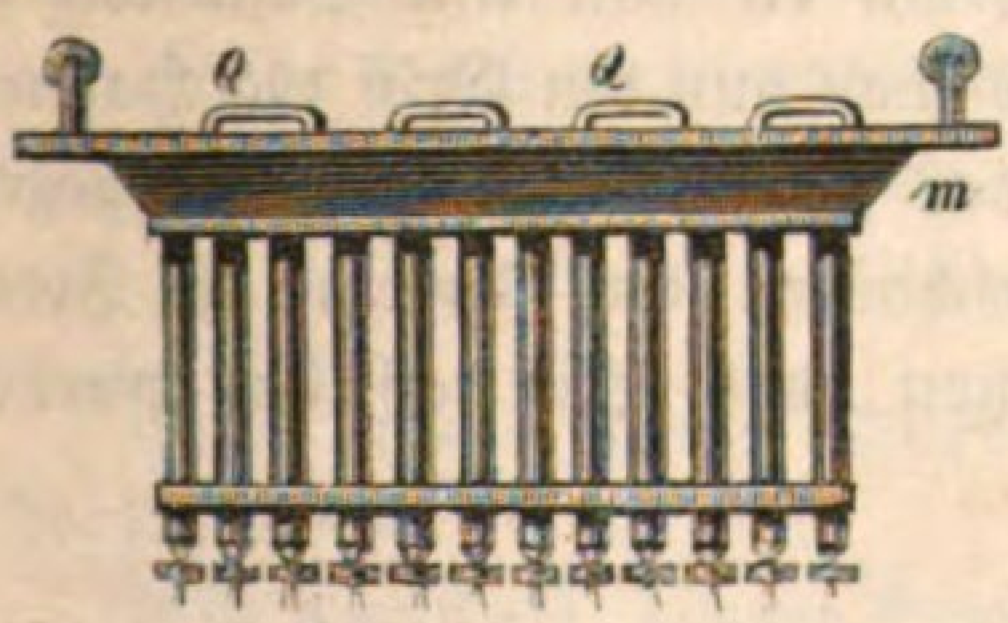


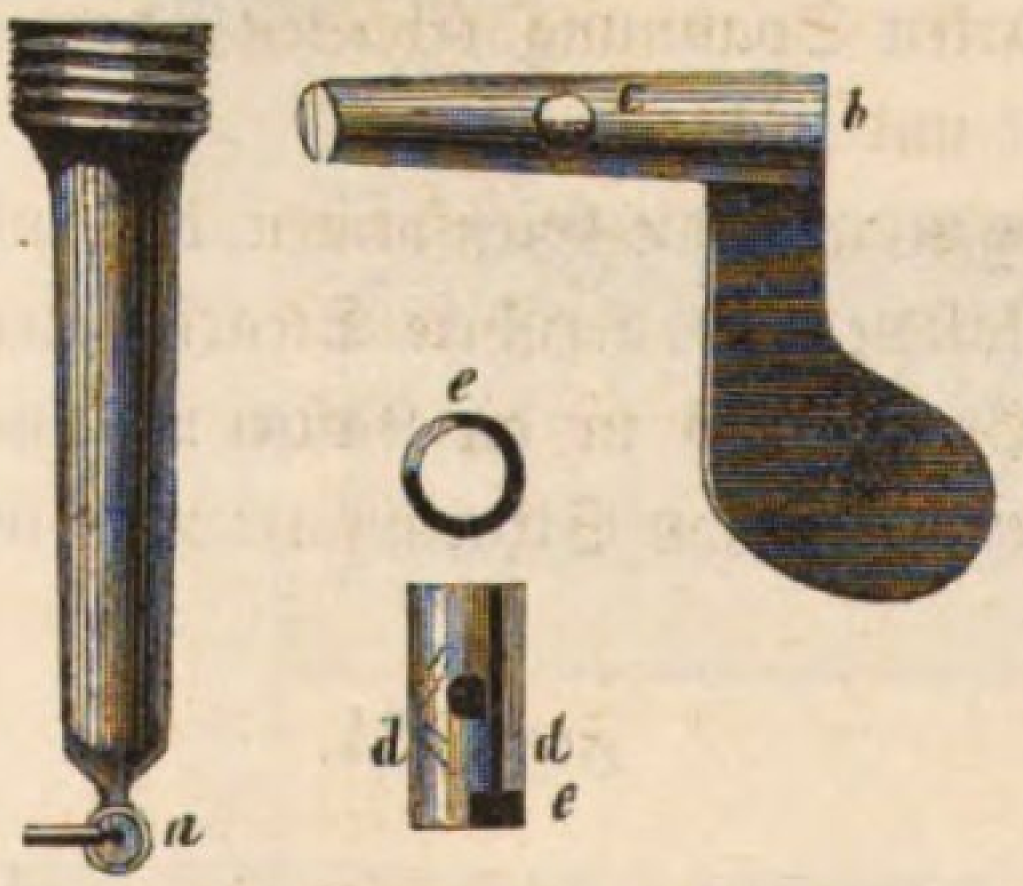
Fig. 124.



den Kästen bleibt. Letzteres hat zum Zweck, der Bildung von hohlen Räumen in den Kerzen vorzubeugen. Sofort nach dem Eingießen der Stearinsäure werden Handhaben Q (Fig. 123 und 124 zeigen die Handhaben von der Seite und von oben gesehen) in die noch weiche Fettsäure eingesetzt; dieselben bestehen einfach aus gebogenen Weißblechstreifen, welche beim Festwerden der Stearinsäure von derselben festgehalten werden, so daß man mittelst dieser Handhaben, nachdem die Zangen k entfernt worden sind, den Gießtopf nebst den daran sitzenden Stearinkerzen herausnehmen kann. Das Herausnehmen erleichtert man sich dadurch, daß man sofort nach dem Einziehen der Stearinsäure in die Kästen, in die Fettsubstanz zwischen den Handhaben Blechstücke vertikal einsetzt und dadurch den Gießkopf in mehrere Abtheilungen theilt. Die verschiedenen Stellungen der Handhaben (Fig. 124) bezeichnen Kerzen verschiedener Qualität. Das Entfernen der Kerzen geschieht gewöhnlich vier Stunden nach erfolgtem Gießen. Zuletzt schneidet man die Kerzen an der Basis dicht an den Ringen, welche das eine Dochtende hielten, ab und trennt sie auf diese Weise von dem Gießkopfe.

Erwähnenswerth ist eine andere Einrichtung der Gießformen am unteren Ende, die so beschaffen ist, daß mit ihrer Hülfe der Docht abgeschnitten und zu gleicher Zeit in der Form festgehalten wird. Sie besteht (nach der Beschreibung von Bolley) aus einem Messinghahn b, dessen Nuß a in die Gußform beim Gießen derselben eingeschmolzen ist. Dieselbe ist auf dem äußern cylindrischen Theile mit einigen Kerben d versehen, damit die geschmolzene Legirung sie fester fasse; ferner hat sie an einem Rande einen Ausschnitt e, damit die Lilie bei ihrer Umdrehung nur ein Kreissegment von etwa 130° beschreiben könne. An ihrer Durchbohrung, durch welche der Docht mittelst einer Nadel eingeführt werden kann, hat die Lilie eine Schärfung c. Dreht man nun den Griff des Hahnes so, daß genannte Schneide sich gegen den Docht bewegt, so wird derselbe abgeschnitten und das in der Form steckende Stück zu gleicher Zeit so eingeklemmt, daß es in derselben centrisch gespannt bleibt.

Fig. 125.



§. 194.

Die im Vorstehenden beschriebenen Gießeinrichtungen erfordern, namentlich was das Einführen des Dochtes in die Formen betrifft, viel Handarbeit. Es verdienen daher diejenigen Einrichtungen die größte Beachtung, die es sich zur Aufgabe machen, auch in dem Gießen der Stearinkerzen einen continuirlichen Betrieb dadurch einzuführen, daß die aufgespulten Dochtschnüre durch die Formen gezogen und erst nach erfolgtem Gusse der Kerze und nachdem die Kerze aus der Form genommen wurde, abgeschnitten werden. Eine der ersten Einrichtungen dieser Art ist von Morgan in Manchester construirt und auf Price's Belmont Works, Vauxhall in London eingeführt worden[1]). Die verbesserte Einrichtung von G. Kendall[2]) sei in Folgendem beschrieben. Die zum Gießen der Kerzen dienenden Formen, die, weil die Kerzen eine gewisse Zeit zum Abkühlen in Anspruch nehmen, in großer Anzahl vorhanden sein müssen, werden auf Schlitten gebracht, in solcher Art, daß jeder Schlitten eine Anzahl Formen aufnimmt. Diese Schlitten kommen auf Wagen und werden mittelst derselben auf einer Eisenbahn nach den verschiedenen Stellen hingefahren, wo sie zum Behufe der Anfertigung der Kerzen nöthig sind. Ein Wagen führt die Schlitten nebst den mit Dochten versehenen Formen in den Wärmofen, in welchem die Formen vorgewärmt werden, bringt sie dann zu dem Behälter, welcher die zum Gießen dienende Stearinsäure enthält, wo der Guß vollzogen wird, und schiebt sie endlich auf ein unbesetztes Gleis, auf welchem der Wagen so lange stehen bleibt, bis die Kerzen in den Formen genügend abgekühlt sind, um gezogen werden zu können, worauf er nach der Stelle hingeführt wird, wo das Ziehen der Kerzen und das Einziehen neuer Dochte geschieht. In dieser Weise können bei einer genügenden Anzahl von Schlitten die verschiedenen Operationen continuirlich vor sich gehen. Auf welche Weise es möglich ist, ununterbrochen den Docht nachzuziehen, ist aus Fig. 126 erkennbar, welche den Vertikaldurchschnitt durch den oberen Theil eines Gießtisches darstellt. In jedem Gießtische sind 16 Formen in zwei Reihen angebracht; die Formen m sind in den beiden Böden a und b so befestigt, daß die Formen in jeder Reihe gleich weit auseinanderstehen. Der obere Boden a hat an drei Seiten einen feststehenden, etwa zollhohen Rand c, an der vierten Seite aber

---

[1]) Sie ist beschrieben in Muspratt's technischer Chemie, Braunschweig 1856, Bd. I. p. 1016.

[2]) G. Kendall, London Journal of arts, 1853 p. 117—123.

einen Rand d, welcher in einem Falze auf und nieder geschoben werden kann. Ist dieser bewegliche Rand in die Höhe geschoben, so bilden die vier Ränder einen Gießkasten, in dessen Boden die oberen Enden der Formen münden. Beim Gießen der Kerzen läßt man die gußrechte Stearinsäure in diesen Kasten fließen, von wo aus dann die Formen sich füllen; man läßt dabei so viel Stearinsäure zulaufen, daß auch der Kasten zum Theil mit Stearinsäure angefüllt ist, wodurch beim Erkalten ein Gießkopf sich bildet, an dessen unterer Fläche die Kerzen sitzen. Will man zum Ziehen der Kerzen schreiten, so muß man zunächst den Gießkopf etwas lösen; dies geschieht durch Hinabschieben des Randes d und Anschlagen an den Gießkopf mit der Hand. Die unteren Enden n der Formen ruhen auf Scheiben von vulkanisirtem Kautschuk o, welch letztere auf den Querriegeln e liegen. Die Kautschukplatten o und die Querriegel e sind an den Stellen, wo die Formen aufliegen, vertikal durchbohrt. Durch diese Oeffnung in dem Kautschukstücke wird der auf der Spule K aufgewickelte Docht von unten her in die Formen eingezogen. Die Oeffnung in der Kautschukplatte ist so eng, daß der Docht nur schwierig hindurchgeht, was bewirkt, daß derselbe beim Einziehen in die Formen sich von selbst gehörig straff anzieht, und daß andrerseits durch diese Oeffnung kein Fett ausfließen kann. Das Ausfließen des Fettes zwischen dem unteren Ende der Form und dem Kaut-

Fig. 126.

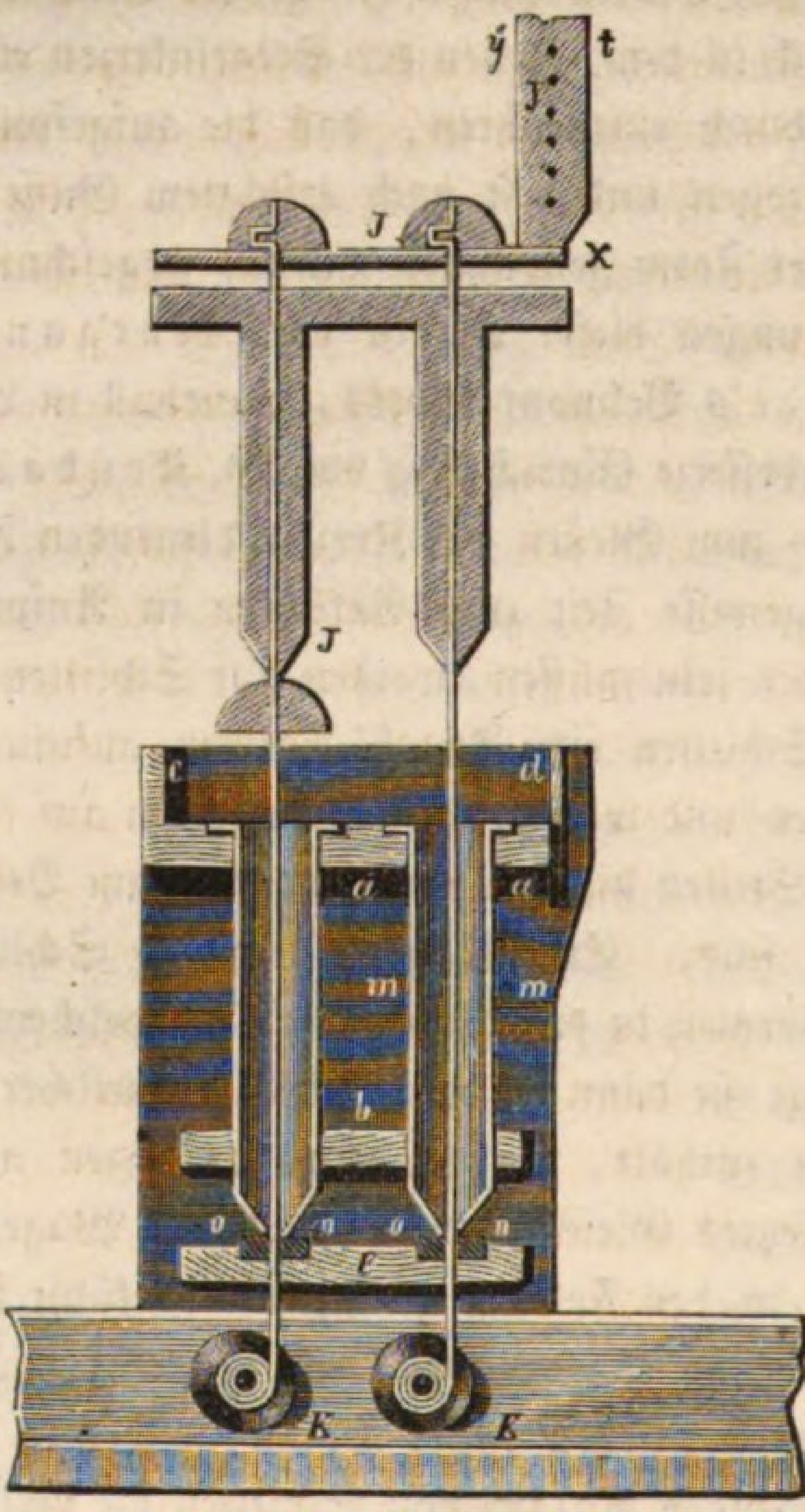
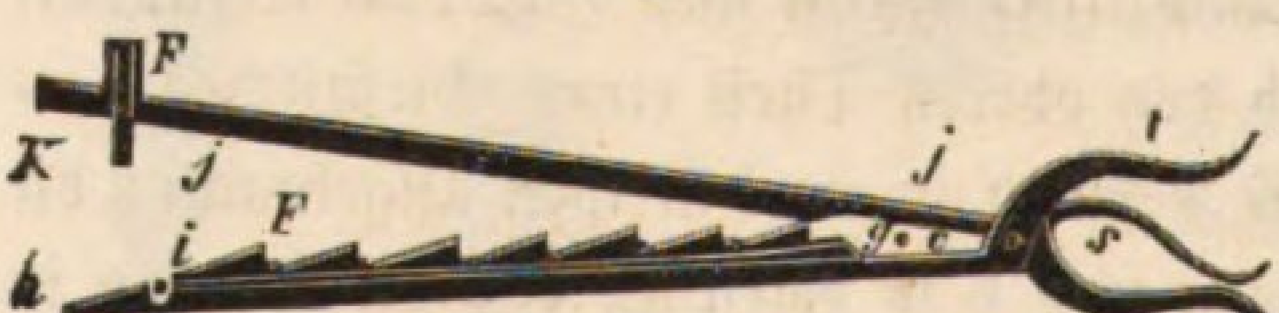


Fig. 127.



schukstück wird dadurch verhindert, daß ersteres gegen das letztere fest angedrückt ist.

Um die Dochte über den Formen festzuhalten und sie zugleich in die Axen derselben genau einzustellen, benutzt man eine eiserne Zange j (Fig. 127). Indem die in den auf einem Schlitten aufgestellten Formen befindlichen Kerzen aus denselben herausgezogen werden, werden die Dochte zugleich von unten her nach und für den nächsten Guß in die Formen eingezogen. Nachdem die Kerzen so weit in die Höhe gezogen sind, wie es Fig. 126 andeutet, kommt es darauf an, die Dochte unter ihnen für den nächsten Guß wieder zu befestigen. Dazu verwendet man zwei Zangen von der durch Fig. 127 dargestellten Einrichtung; durch eine jede derselben werden die in einer Reihe stehenden sechs Dochte befestigt und centrirt. Der mit einer aufgelegten Platte und daran befindlichen zahnförmigen Vorsprüngen versehene Backen F jeder Zange wird auf die einander gegenüber stehenden kurzen Ränder des Eingußkastens so aufgelegt, daß ein Stift i, welcher auf dem einen dieser Ränder in den durch die Axen der betreffenden acht Formen zu denkenden Linie angebracht ist, in dem schmalen Ausschnitte g der Zange, und zwar ganz an dem einen Ende derselben, und ein anderer Stift i, welcher auf dem anderen Rande dem ersteren Stifte gerade gegenüber sich befindet, in dem runden Ausschnitt h des Zangenbackens zu stehen kommt. Jeder Docht der betreffenden acht Formen legt sich hierbei in einen der Einschnitte, welche zwischen den Zähnen der auf dem Backen F befestigten Platte sich befinden, und wenn dieß erfolgt ist, liegen die Dochte genau in der Axe der Formen. Hierauf schließt man die Zange, indem man die Handgriffe t, zwischen denen eine Feder s sich befindet, welche die Zange immer zu öffnen strebt, zusammendrückt. Der andere Backen der Zange legt sich dabei gegen den Backen F und die Zange wird dann durch den Schließhaken r geschlossen, wodurch die acht Dochte nun in der ihnen angewiesenen Lage festgehalten werden. Damit die Kerzen aber auch nachher mittelst der Zangen j aus den Formen gezogen werden können, sind die beiden Backen der Zange nach der Innenseite hin der Länge nach etwas convex, so daß sie schon durch ihre Federkraft an einander gepreßt werden, und außerdem ist der eine Backen der Länge nach mit einer Nuth, und der andere mit einer entsprechenden Rippe versehen, welche sich in die Nuth einlegt. Sind in dieser Weise die beiden Reihen von Dochten befestigt und centrirt, so werden die Dochte abgeschnitten. Die fertigen sechzehn Kerzen werden nun weggenommen und der Schlitten mit seinen Formen gelangt in den Wärmeofen u. s. w.

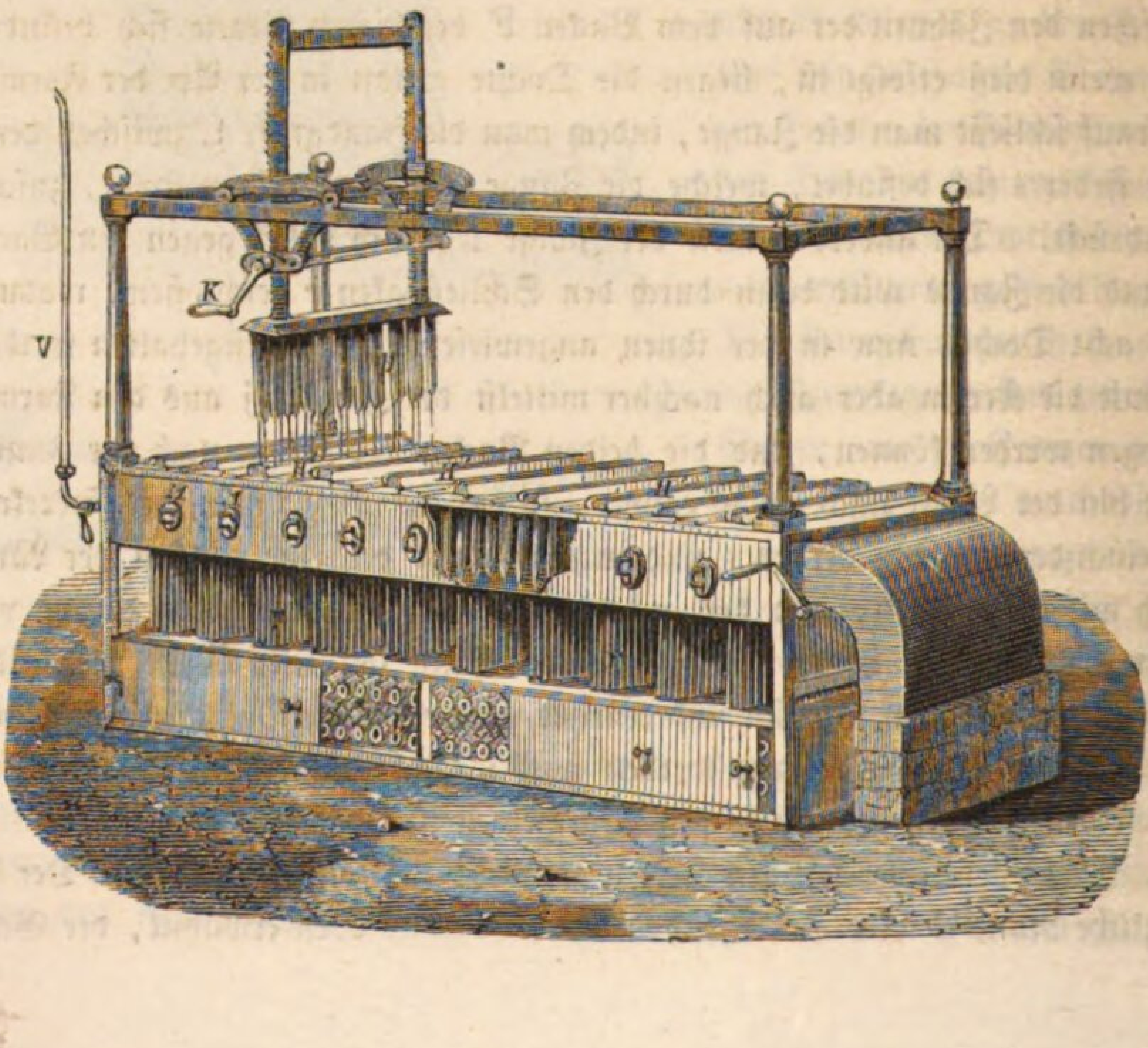
Das Ziehen der fertigen Kerzen geschieht auf folgende Weise: Der bewegliche Rand d wird niedergeschoben, wie bereits oben erwähnt, der Gieß-

knopf in dem Gießkasten durch einen leichten Schlag von den Wänden getrennt; hierauf werden auf der Seite d zwei horizontale Schienen x unter die beiden Zangen geschoben. Die Schienen sind an den schmalen vertikalen Leisten t befestigt; dreht man die letzteren um 90°, so treten die Schienen x unter die Zangen. Die Leisten t werden mittelst einer besondern Vorrichtung bis zu einer gewissen Höhe gehoben, welche dem Dochtstück entspricht, um welches herum die Kerze gegossen ist. Nachdem nun die Dochte unter den Kerzen durch die Zangen befestigt und dann über den Zangen abgeschnitten sind, trägt man die gezogenen Kerzen weg, befreit sie von den Zangen, welche bisher ihre Dochte hielten, und trennt sie durch Abschneiden mit einem Messer von ihrem Gießkopfe.

§. 195.

Eine wesentliche Verbesserung der Kendall'schen Gießeinrichtung ist der Gießapparat von Cahouet, der in den letzten Jahren in allen großen Fabriken von Paris und der Umgegend eingeführt worden ist. Der Gießapparat besteht aus 10 Abtheilungen H′ H′ (Fig. 128), von denen eine jede sechzehn Gießformen enthält; sämmtliche Abtheilungen sind in einen

Fig. 128.



Kasten aus Schwarzblech eingeschlossen, unterhalb dessen sich ein zweiter Kasten befindet, welcher die horizontal liegenden Spulen B mit den Dochtschnüren enthält. Wie bei der Einrichtung von Kendall entspricht jeder Spule eine Gießform, so daß der Docht continuirlich abgewickelt werden kann. Mit Hülfe der gezahnten Stange K, die durch einen Wagen fortbewegt werden kann, geschieht das Ziehen der vollendeten Kerzen. Vor dem Gießen werden die Gießformen mittelst heißen Wasserdampfes erwärmt, welcher durch das Rohr V' zugeführt wird, hierauf gießt man, wobei jede Abtheilung mit kleinen in der Mitte mit Kerben versehenen Blechplatten bedeckt wird, mittelst deren der Docht etwas eingeklemmt wird, in der Weise, daß er etwas angespannt, aber nicht so festgehalten wird, daß er nicht dem Zuge nach oben nachgeben und von den Spulen abgewickelt werden könnte. Sofort nach dem Guß wird die Dampfzufuhr unterbrochen, dann mit Hülfe eines Ventilators und des Kanales V kalte Luft zugeführt, wodurch die Formen in kürzester Zeit abgekühlt werden und die Kerzen erstarren. Nach dem Erkalten wird die Ziehvorrichtung K über die betreffende Abtheilung gefahren und das Ziehen vorgenommen, welches dadurch erleichtert wird, daß man während des Gießens eine dünne eiserne Stange, welche nach unten mit Blechkammern versehen ist, in die Fettmasse brachte, welche erstarrt fest daran haftet. Wird nun die eiserne Stange mit der Zahnstange K in Verbindung gebracht und letztere nach aufwärts bewegt, so findet das Ziehen der Kerzen statt, und zugleich auch das Nachziehen von neuem Dochte in die Form. Die kupfernen Kapseln M sollen dem Apparat kalte Luft zuführen, falls die Formen durch den überhitzten Dampf zu stark erwärmt worden wären.

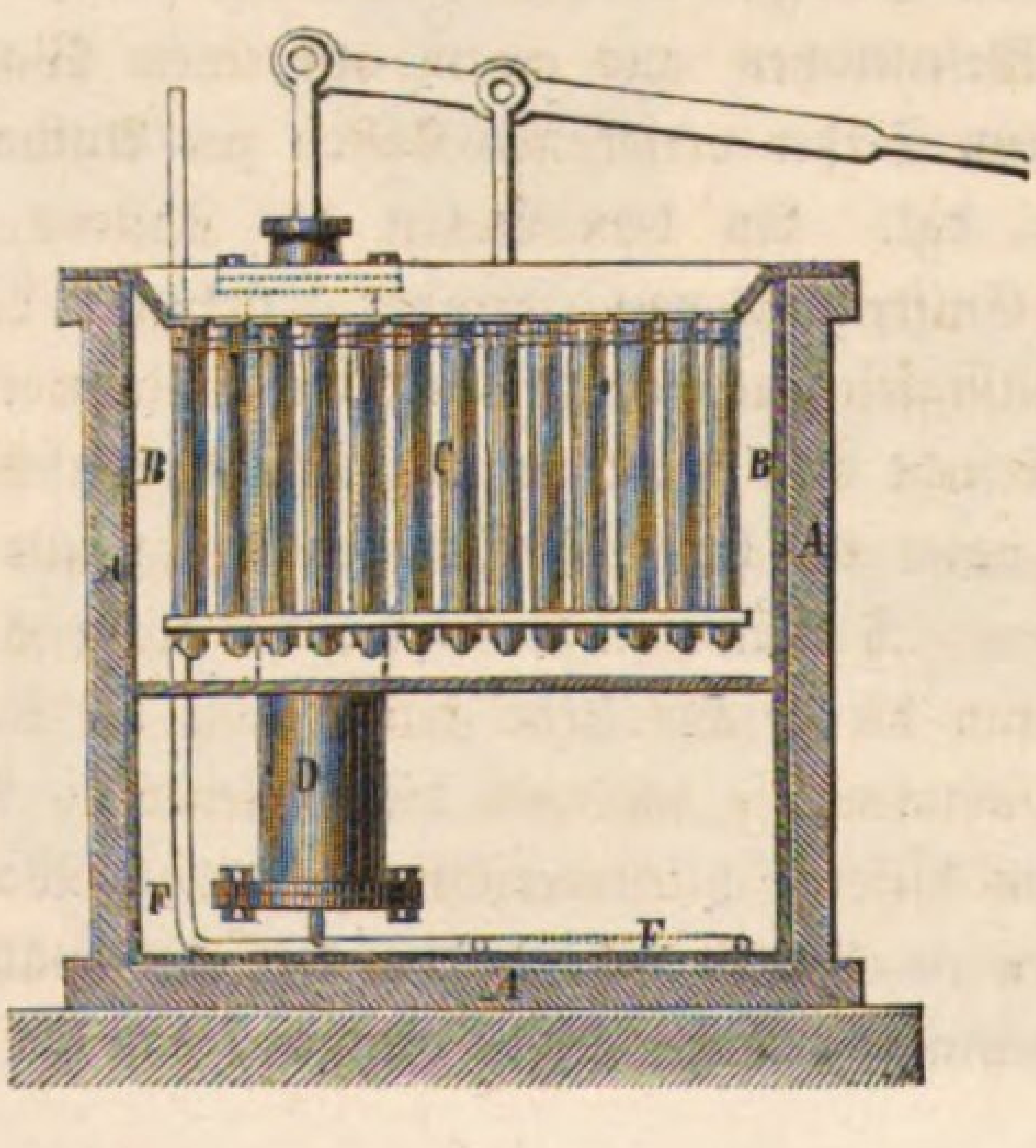
Die neuerdings (1861) von Seeger u. Co. in Eßlingen construirte Gießmaschine besteht im Wesentlichen aus einem auf einem Wagengestell ruhenden, oben mit einem Seiher versehenen Kasten zur Aufnahme des geschmolzenen Stearins u. dgl. An dem Boden des Kastens sind mehrere Reihen in bestimmter Entfernung von einander abstehender Löcher angebracht, durch welche die Flüssigkeit ausströmt, sobald die Schließvorrichtung geöffnet wird. Letztere besteht aus mehreren mit Löchern versehenen Schienen, welche unmittelbar unter den Ausgußöffnungen liegen und hin und her geschoben werden können. Treffen nun die Löcher des Kastens und der Schienen zusammen, so kann die geschmolzene Fettsubstanz im Kasten abströmen, treffen sie nicht zusammen, so schließen die Schienen die Ausgußöffnungen ab. Sowohl an dieser Schließvorrichtung als am Wagengestell sind einfache Regulatoren angebracht, welche den Apparat während des Gießens in eine solche Stellung zu den Formen bringen, daß die senk-

rechte Einströmung der Fettsubstanz an der hintern Wand der Formen erfolgt, während die Luft an der vordern Wand ausströmen kann und dadurch Blasen vermieden werden. Die Handhabung des Apparats ist folgende: Derselbe wird auf die an den Seitenleisten des Gießtisches angebrachte und mit Vertiefungen für den Regulator versehene Fahrbahn so gestellt, daß der Hauptregulator in die erste Vertiefung einfällt. Der Kasten wird mit der Stearinsäure angefüllt und die Schließvorrichtung einfach durch Ziehen an einem Griff geöffnet, worauf augenblicklich alle gleichsortige Formen sich füllen. Ist eine Form voll, so wird durch Zurückschieben der Schließvorrichtung die Ausströmung abgeschlossen, der Regulator gelöst und der Apparat vorwärts gerückt, bis der Regulator in die zweite Vertiefung einfällt. Hierauf tritt das soeben angegebene Verfahren wieder ein und so fort, bis sämmtliche vorhandene Formen vollgegossen sind. Vor der Anwendung muß die Maschine erwärmt werden.

§. 196.

Zum Schlusse des Abschnittes, welcher von den Gießvorrichtungen handelt, sei noch die von Tribouillet und Masse in Vorschlag gebrachte Einrichtung zum Ziehen der Kerzen erwähnt. Hiernach werden die Uebelstände, die durch das Adhäriren der Kerzen den Formen entstehen, am besten durch Ausdehnen der Formen durch Erwärmen beseitigt. Das Erwärmen geschieht entweder durch Aufgießen von warmem Wasser auf die fast horizontal gelegten Formen, oder durch Eintauchen derselben in Wasser.

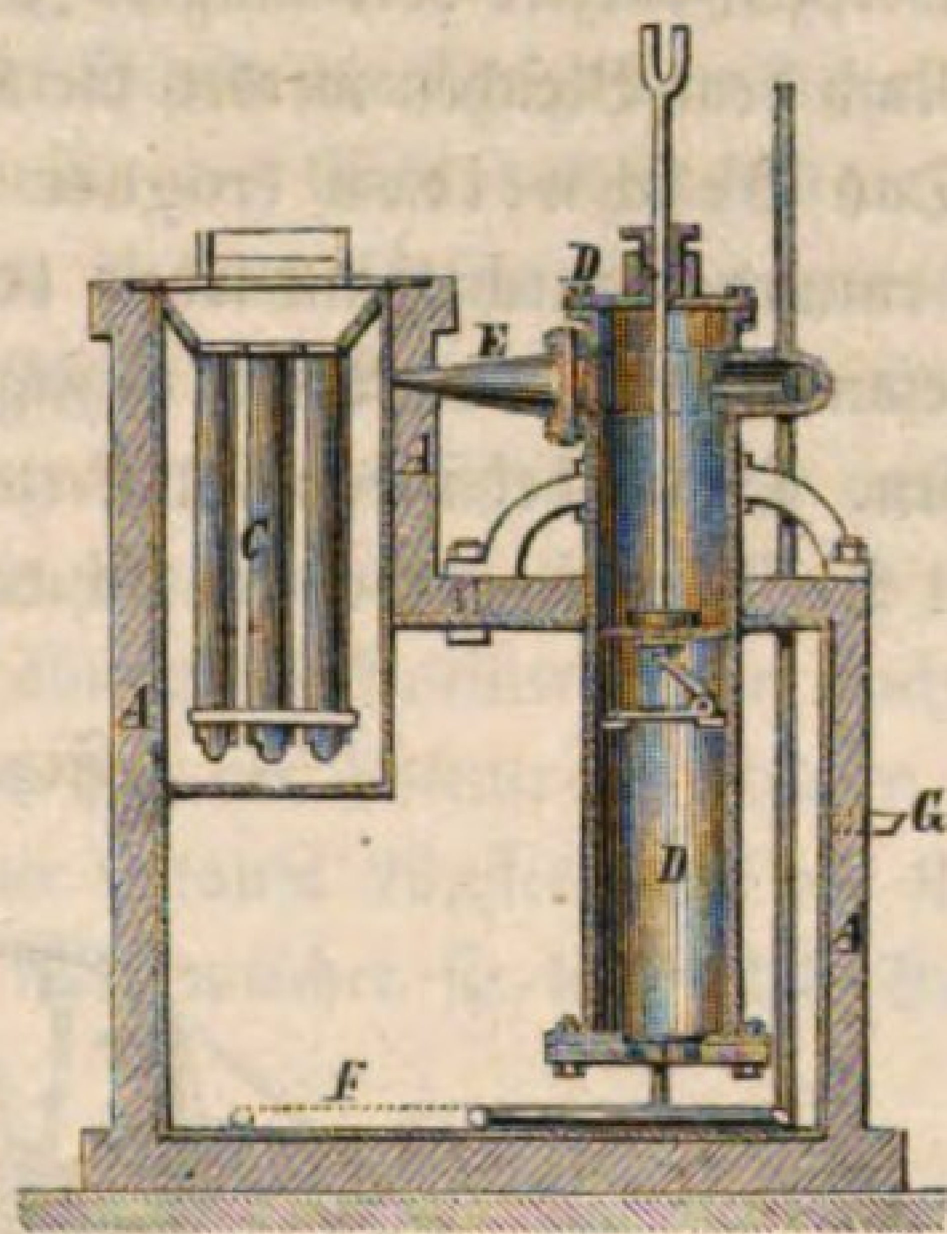
Fig. 129.



Das erstere Mittel wirkt langsam, eignet sich daher nicht zum großen Betrieb, und veranlaßt einen Bruch oder die Beschädigung vieler Kerzen. Bei Anwendung des zweiten Mittels kommt gewöhnlich Wasser in die Formen, was auch wesentliche Uebelstände veranlaßt. Die Obengenannten vermeiden dieselben, indem sie erwärmte Luft gegen die Formen strömen lassen oder dieselben mit heißem Wasser bespritzen, und geben dem

letzteren den Vorzug. Das hiezu angewendete Wasser ist nahezu bis zum Schmelzpunkte der Fettsubstanz, woraus die Kerzen bestehen, erwärmt; das Bespritzen geschieht mittelst einer Pumpe; zwei oder drei Kolbenzüge sind gewöhnlich hinreichend, um die Kerzen von der Form los zu machen. Fig. 129 und 130 zeigen den hiezu angewendeten Apparat in zwei Ansichten. A ist ein Kasten aus Metallblech oder aus Holz und mit Metall überkleidet, in welchem der Gießapparat B mit den Formen angebracht ist. D ist eine Pumpe, welche in das heiße Wasser taucht und an dem oberen Theile mit einem Rohr E versehen ist, durch welches das Wasser mit Heftigkeit gegen die Formen C gespritzt wird. Durch G fließt das Wasser aus dem Kasten A ab, wenn es darin zu hoch stehen sollte.

Fig. 130.



Es ist mir nicht bekannt, ob diese Einrichtung irgendwo eingeführt worden ist.

§. 197.

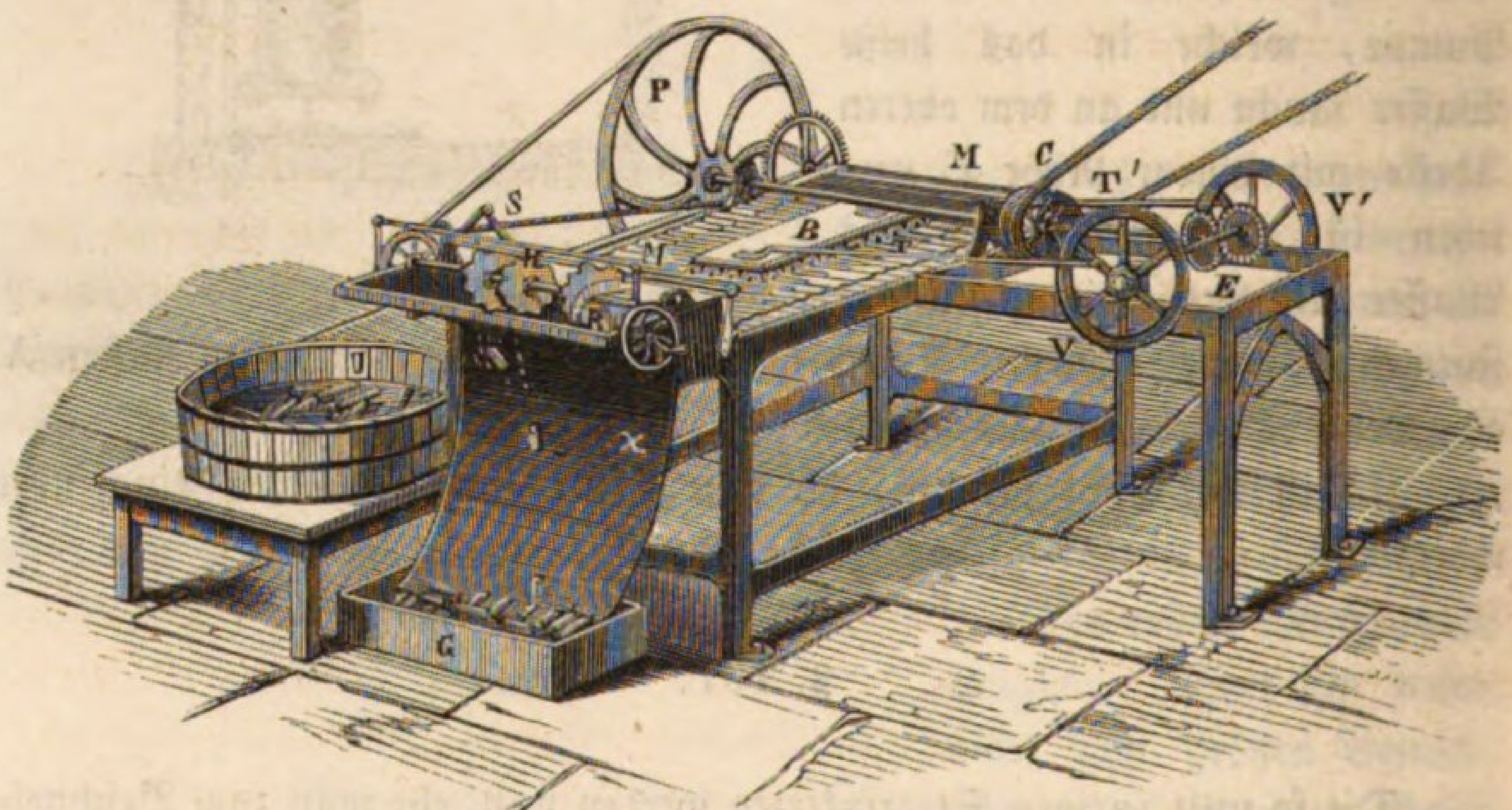
Die so weit fertigen Stearinkerzen werden nun, ehe man zum Beschneiden und Poliren derselben schreitet, in einigen Fabriken (so z. B. in der großen Stearinkerzenfabrik von la Vilette bei Paris) gebleicht und zu dem Ende der freien Luft, d. h. dem abwechselnden Einflusse der Sonnenstrahlen und des Thaues ausgesetzt. Dem Bleichplane werden sie mittelst eines endlosen Tuches zugeführt. Man legt sie hierbei auf eine gereinigte Tafel, von welcher das endlose Tuch sie aufnimmt. Dieses Tuch ist mit abgerundeten Querstäben besetzt, durch welche die Aufnahme der Kerzen vermittelt wird. Zum Aussetzen der Kerzen an die Luft dient ein tischartiges Gestell, welches statt der Tischplatten zwei Gewebe von Bleidraht enthält. Jedes dieser Gewebe bildet eine horizontale Fläche und beide sind reichlich eine halbe Kerzenhöhe von einander entfernt. Die Maschen des oberen Gewebes sind so weit, daß durch jede Masche eine Kerze hindurchgesteckt werden kann; die

Maschen des unteren Gewebes dagegen sind kleiner. Die Kerzen werden nun Stück für Stück, und mit ihrer Spitze nach oben, durch die Maschen des oberen Gewebes hindurchgesteckt, und ruhen dann, vertikal stehend, mit ihren Fußenden auf dem unteren Gewebe. In dieser Lage bleiben sie je nach der Jahreszeit kürzere oder längere Zeit der Luft ausgesetzt.

Nach dem Bleichen werden die Kerzen beschnitten und polirt.

Das Beschneiden (rogner les bougies) und das Poliren geschieht entweder durch Handarbeit oder auf Maschinen. Unter den letzteren hat besonders die von Binet (Fig. 131) construirte Maschine Eingang gefunden. Die zu behandelnden Kerzen kommen zunächst in einen Bottich U, welcher Seifenwasser oder eine schwache Lösung von kohlensaurem Natron

Fig. 131.



enthält, darauf kommen sie in die Cannelirungen der Räder R, in welche sie mit der Hand dergestalt eingelegt werden, daß das Spitz- oder Dochtende gegen die je nach der Länge der Kerzen verstellbare Ringscheibe S anliegt. Bei der Mitnahme der eingelegten Kerzen durch die in Umlauf gesetzten cannelirten Räder begegnen die Fußenden der Kerzen einer kleinen Circularsäge, welche die Fußenden beschneidet oder stutzt. Um bei dieser Behandlung die Kerzen in den Cannelirungen zu halten und gegen Ausspringen oder Verschließen zu sichern, sind Bügel vorhanden.

An den Fußenden gestutzt, entfallen die Kerzen aus den Cannelirungen auf einen Rost aus Stäben und von hier aus, da derselbe eine geringe Neigung hat, einzeln zwischen die Stäbe eines endlosen Rostes MM, welche,

durch Kettenglieder verbunden, eine langsam fortschreitende Bewegung haben. Sie werden daher, zwischen den Roststäben lagernd, von derselben mitgenommen, und unterliegen nun bei dieser Mitnahme der ihre Politur beabsichtigenden Behandlung, welche einfach in dem Reiben mit den Bürsten B besteht, welche durch den Mechanismus TT′ und VV′ dergestalt bewegt wird, daß das Poliren der Kerzen mit der Bürste der Länge der Kerzen nach geschieht. Die fertigen Kerzen fallen polirt am Ende des Rostes in einen Korb; die abgeschnittenen Stücke werden in dem Kasten G angesammelt. Statt der Bürste aus Haaren und Borsten, die durch den Druck und die Schnelligkeit, mit welcher das Hin- und Herführen ihrer Länge nach geschieht, den Glanz hervorbringt, wendet man auch wollenes Tuch, auch Polsterung, Felle u. dgl. an. Zur Erhöhung der Politur, aber auch insbesondere um eine Reinigung der Kerzen vor der Politur zu erzielen, läßt man aus einem Gefäße mit Hülfe einer Brause Wasser auf die Kerzen gelangen und zwar kurz vor der Zeit, nach welcher sie unter die Bürsten gelangen [1]).

Unter dem Namen gemischte Kerzen (bougies mixtes, *composite candles*) versteht man Kerzen, zu welchem das Material ein Gemenge ist von Stearinsäure und Stearin oder gepreßtem Cocosnußöl. Sie kamen ungefähr um's Jahr 1840 auf und schienen anfangs an die Stelle der gewöhnlichen Talgkerze treten zu wollen, verloren aber bald ihren Credit, als man gewöhnliches Cocosnußöl anstatt des gepreßten zu ihrer Darstellung verwendete. Gegenwärtig sind sie so gut wie vergessen. Sie wurden zuweilen mit Gummigutt gelbgefärbt, um ihnen ein wachsähnliches Ansehen zu ertheilen.

Kerzen aus anderem Material.

§. 198.

2) Talgkerzen.

Der gereinigte Talg (vergl. Bd. II. p. 421) ist das Material der Fabrikation der Talgkerzen oder Unschlittlichte (chandelles de suif, *tallow-candles*), welche in jene für die gezogenen Kerzen (chandelles à

---

[1]) Vergl. Dictionnaire de chimie industrielle, Paris 1862; Tome II. p. 231; Polytechn. Centralblatt 1852 p. 1073 (die Polir- und Beschneidemaschine zu La Villette bei Paris, von Jacquelain beschrieben; Polytechn. Centralbl. 1853 p. 1318 (von Wedding).

la bagnette, ch. trempées, ch. plongées, *dipping candles*) und für die gegossenen Kerzen (chandelles moulées) zerfällt.

Die gezogenen Kerzen werden durch wiederholtes Eintauchen der Dochte in geschmolzenen Talg erzeugt. Bei dem Betriebe im Kleinen verfährt man auf folgende Weise: Der Talgtrog, welcher zum Eintauchen oder Ziehen der Kerzen dient, ist ein aus Brettern zusammengefügter prismatischer, nach oben hin sich erweiternder Kasten, der auf einem Gestelle ruht und mit einem Deckel bedeckt werden kann. Der Trog wird mit geschmolzenem Talg angefüllt und die auf den Dochtspießen (baguettes) angereihten Dochte werden in denselben eingetaucht. Die Dochtspieße sind Holzstäbchen von 0,75 Meter Länge und an beiden Enden etwas zugespitzt, um die Schlingen der Dochte mit Leichtigkeit darauf schieben zu können. Je nach dem Gewicht, welches man den Kerzen geben will, versieht man die Spieße mit 16 oder mit 18 Dochten in möglichst gleichmäßiger Entfernung, und taucht die Dochte nun senkrecht in den Talg und zwar mit einer schnell stoßenden Bewegung, damit die Dochte ihre gerade Lage behalten. Bei diesem ersten Eintauchen, welches besonders das Tränken der Dochte zum Zweck hat, muß der geschmolzene Talg noch ziemlich heiß sein, nicht nur deshalb, weil der heiße und daher flüssigere Talg die Capillaröffnungen des Baumwolldochtes besser erfüllt, sondern auch, weil der Docht vor dem Erkalten noch Zeit gewinnt, sich durch die eigene Schwere in die gerade Linie zu richten. Nach dem ersten Ziehen werden die Spieße auf den Rand des Talgtroges gelegt, dann einer um den andern, nachdem die etwa verrückten Dochte wieder gerichtet worden sind, in den Werkstuhl (égouttoir) zum Abtropfen gehängt. Letzterer ist ein einfaches Holzgestelle mit den Querleisten, auf welche die Enden der Dochtspieße aufgelegt werden.

Haben alle Dochtspieße den ersten Zug erhalten, und ist der Talg im Troge so weit abgekühlt, daß der Talg am Rande bereits eine dünne Haut zeigt, so schreitet man zum zweiten Eintauchen. Zu diesem Behufe nimmt der Arbeiter zwei bis drei Dochtspieße, hält sie mit den Fingern an ihren Enden auseinander und taucht sie senkrecht in den Talg, wobei er, um das Aneinanderhaften der einzelnen Kerzen zu verhüten, den Dochtspießen eine rüttelnde Bewegung giebt. Nach dem Herausziehen hält er sie einige Augenblicke zum Abtropfen über den Talgtrog, taucht sie nochmals ein und bringt sie in den Werkstuhl und zwar in die untere Abtheilung desselben zurück. Nach diesem ersten Ziehen nimmt man mit den im Werkstuhl befindlichen abgekühlten und erstarrten Kerzen den zweiten Zug vor und so fort, bis die Kerzen die gewünschte Stärke erlangt haben. Da die untere Hälfte der Kerze leicht dicker wird als die obere, so hält man, um diesen Mißstand

wieder auszugleichen, nur das untere Stück in den Talgtrog, damit der überflüssige Talg wieder abschmelze. Der Talg im Talgtroge wird von Zeit zu Zeit, um ihn gleichmäßig flüssig zu erhalten, mit einem Stabe umgerührt. Beim letzten Ziehen senkt man die Kerzen etwas tiefer ein, um dem obersten Theile der Kerze den sogenannten Kragen d. h. eine konisch zulaufende Spitze zu geben. Das untere Ende der Kerze, das in eine unsymmetrische Spitze ausläuft, wird entweder durch Abschneiden oder durch Abschmelzen auf einer erhitzten, mit Abflußrinne versehenen kupfernen Platte entfernt.

Zur Ersparniß an Zeit und an Arbeit hat man zahlreiche verbesserte Einrichtungen beim Lichterziehen getroffen, die sämmtlich das mit einander gemein haben, daß man die Dochte anstatt an die Dochtspieße zu hängen und diese einzeln einzutauchen, an Rahmen hängt, welche weit mehr Dochte fassen als die Spieße und die Rahmen durch mechanische Vorrichtungen zum Talgtrog und von demselben hinweg bewegt u. s. w. Die Rahmen hängen entweder an einem gradlinigen Gestelle, unter welchem der Talgtrog auf einer Eisenbahn hin- und herbewegt wird, oder der Talgtrog bleibt stehen und die Rahmen werden über ihm, entweder in gradliniger oder kreisförmiger Bewegung vorbeigeführt.

Die gezogenen Kerzen treten in Folge ihres minderschönen Ansehens im Vergleich zu den gegossenen Kerzen immer mehr in den Hintergrund.

§. 199.

Die gegossenen Kerzen (chandelles coulées ou moulees, *moulds candles*) werden wie die Stearinkerzen durch Gießen des geschmolzenen Talges in eignen Formen erzeugt, in deren Axe der Docht ausgespannt ist. Der Talg, der zum Gießen der Kerzen dient, ist gewöhnlich von höherer Qualität als der zum Ziehen angewendete; er ist härter und sorgfältiger gereinigt. Häufig ist er ein Gemenge von gleichen Theilen Rinds- und Hammeltalg. Das letztere giebt den Kerzen Härte.

Die Gußformen (aus einer Blei-Zinnlegirung) sind den bei der Stearinkerzenfabrikation üblichen (vgl. S. 482) ähnlich, und werden in der genügenden Anzahl in die Löcher des Formtisches eingesteckt. Hierauf wird der an seinem oberen Ende in geschmolzenen Talg eingetauchte Docht mittelst der Dochtnadel eingezogen; zu dem Ende wird die Nadel durch die untere Oeffnung der Kerzenform gesteckt, mit dem Häkchen die Dochtschlinge gefaßt, letztere durch die Oeffnung gezogen, und das obere Ende des Dochtes mit einem Stückchen Draht oder einem Holzstifte, welcher quer über den Rand der Form gelegt wird, festgehalten, wenn nicht, wie es jetzt gewöhnlich der

Fall ist, der Trichter oder die Kapsel der Gießform in der Mitte mit einem Haken oder einem Vorsprung zum Festhalten des Dochtes versehen ist; hierauf wird er unten an der Schlinge etwas angezogen, damit er in der Axe der Form die völlige Spannung annehme. Nach diesen Vorbereitungen schreitet man zum Gießen der Kerzen. Der geläuterte Talg wird in mit Ausgüßen versehene Gußkannen, von denen eine jede 5—6 Liter faßt, geschöpft und mit dem Guß begonnen, sobald auf der Oberfläche des Talges sich eine Kruste zu bilden beginnt. Während des Erkaltens des Talges zieht sich die Fettmasse etwas zusammen, in dessen Folge die obere Fläche der gefüllten Form etwas einsinkt; diese Höhlung wird durch Nachgießen ausgefüllt. Sind die Formen mit Kapseln versehen, so erhält die Kerze einen Gießkopf, welcher die Dichtigkeit des Gusses befördert und das Nachfüllen überflüssig macht. Ehe der Talg in den Formen völlig erstarrt, zieht man die Dochte etwas an, um sie gerade zu richten und dadurch genau in die Mitte der Kerze zu bringen.

Nachdem die erkalteten Kerzen aus den Formen genommen worden sind, werden mittelst eines Messers noch die Gießköpfe abgeschnitten.

Mechanische Gießvorrichtungen werden in neuerer Zeit zum Gießen der Talgkerzen ebenfalls angewendet; ihre Construction fällt im Allgemeinen mit der bei der Fabrikation der Stearinkerzen üblichen zusammen, besondere Beachtung solcher Apparate verdient die S. 481 beschriebene Gießvorrichtung von Seeger, mit deren Hülfe in einer Minute je nach der Größe der Maschine 500 bis 2000 Kerzen aller Sorten gegossen werden können. In Folge des gleichmäßigen Einströmens des Talges in die Formen werden die Dochte aus ihrer Lage nicht verrückt, stehen also genau in der Längenaxe der Form, ohne daß sie nach dem Gießen angezogen werden müssen. Bei der Anwendung der Gießmaschine geht endlich kein Talg durch Verschütten verloren, weshalb die zu ziehende Kerzenzahl zum Voraus nach dem Talggewicht genau bestimmt und controlirt werden kann.

Schon seit geraumer Zeit fertigt man sogenannte plattirte Kerzen, welche unter dem Namen Sonnenkerzen vor einigen Jahren von Neuem auftauchten. Man benutzt hierzu die Bd. I p. 271 beschriebene Methode des Stürzens oder das Decantirverfahren, indem man die kalten Gießformen mit Stearinsäure füllt und vermittelst einer mechanischen Vorrichtung die Formen sofort wieder ausgießt. Es bleibt nur ein dünner Ueberzug von Stearinsäure an den Formen hängen. Nun füllt man die Formen mit Talg oder besser mit Stearin (d. h. Talg, welcher durch Warmpressen von dem Oleïn befreit worden ist) oder endlich mit einer geringen Sorte von Stearinsäure.

§. 200.

3) Paraffin- und Belmontinkerzen.

Wie Seite 395 angeführt worden ist, versteht man unter **Belmontin** das aus dem Stein- oder Erdöle abgeschiedene Paraffin, während das durch trockne Destillation des Torfes, der Braunkohle ꝛc. gewonnene **Paraffin** diesen Namen κατ' ἐξοχήν erhält.

Die **Paraffinkerzen** (bougies de paraffine, *paraffine-candles*) werden genau nach demselben Verfahren und mit den nämlichen Apparaten fabricirt wie die Stearinkerzen (vgl. Seite 481).

Das in den Paraffinkerzenfabriken angewendete Material ist ein Gemenge verschiedener Paraffine mit verschiedenem Schmelzpunkte; Paraffin

aus Bogheadkohle schmilzt bei 45,5 bis 52°
„ Braunkohle „ „ 56° [1])
„ Torf „ „ 46,7°,

dagegen Belmontin

aus Rangoontheer schmilzt erst bei 61°
„ Ozokerit „ „ „ 65,5°

In den deutschen Fabriken, in denen man mit wenigen Ausnahmen Paraffin aus Braunkohle u. s. w. mit einem Schmelzpunkt von 45—50° verarbeitet, setzt man zur Erhöhung des Schmelzpunktes allgemein Stearinsäure zu. Die Größe dieses Zusatzes richtet sich nach dem Schmelzpunkt des zur Verfügung gestellten Paraffins, nach der Sorte der herzustellenden Kerzen und nach der Jahreszeit. Einige Fabriken verwenden für die im Sommer zu brennenden Kerzen Paraffin von höherem Schmelzpunkt und geben einen größeren Zusatz von Stearinsäure, während sie für die Winterkerzen die Paraffinsorten mit niedrigerem Schmelzpunkt verwenden und wenig Stearinsäure nur zusetzen.

Der Zusatz der Stearinsäure beträgt 3 — 15 Proc., während andererseits die Masse zu den Stearinkerzen häufig mit 15 — 20 Proc. Paraffin versetzt ist, so daß thatsächlich das Material zu den Paraffin- und Stearinkerzen heutzutage ein Gemisch von Paraffin und Stearin, jedoch in verschiedenen Verhältnissen ist. Ein geringer Zusatz von Stearinsäure dürfte in den meisten Paraffinkerzenfabriken geboten sein, um das Krummwerden

[1]) Es ist hier das vollkommen weiße und geruchlose Paraffin der Werschen-Weißenfelser Braunkohlen-Actien-Gesellschaft gemeint, welches in London 1862 ausgestellt war.

der Kerzen im Leuchter bei längerem Stehen, welches früher häufig Veranlassung zu Klagen gegeben hat, zu verhindern.

Die Paraffinkerzen werden nur durch Gießen, nie durch Ziehen dargestellt. Hierbei begegnet man dem Uebelstande, daß die Kerzen schwierig aus den Formen gehen und nicht leicht gleichmäßig durchsichtig und frei von Sprüngen, welche von der Krystallisation des Paraffins herrühren, zu erhalten sind. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, wird das geschmolzene Paraffin bei einer Temperatur von ungefähr 60° C. in die Formen gegossen, welche bis zu derselben Temperatur oder besser noch etwas stärker erwärmt sind. Die gefüllten Formen läßt man einige Minuten lang stehen und taucht sie dann in kaltes Wasser. Die dadurch bewirkte plötzliche Abkühlung des Paraffins verhindert die Krystallisation desselben und man erhält durchscheinende Kerzen, die leicht aus den Formen gehen. Für die Paraffinkerzen werden ebenfalls geflochtene Baumwolldochte benutzt, welche vorher mit Borsäure imprägnirt wurden.

Als ein neues Kerzenmaterial, welches besonders dazu verwendet werden könnte, den Paraffinkerzen und Kerzen aus anderem Material einen höheren Schmelzpunkt zu ertheilen, ist die Fettsäure (Sebacylsäure $C_{20}H_{18}O_8$) zu nennen, welche man bei der trocknen Destillation der Oelsäure, oder besser noch beim Behandeln von Ricinusöl mit höchst concentrirter Natronlauge erhält. Im letzteren Falle ist es die darin enthaltene Ricinölsäure, welche die Fettsäure liefert:

Ricinölsäure $C_{36}H_{34}O_6$ =	298	geben	Fettsaures Natron $2NaO, C_{20}H_{16}O_6$ = 246 (= 184 Fettsäure)
Natronlauge $2NaO, HO$ =	80		Caprylalkohol $C_{16}H_{18}O_2$ = 130
			Wasserstoff $2H$ = 2
	378		378

Nach diesem Schema würden 100 Theile Ricinölsäure über 81 Theile Fettsäure liefern. Ohne Zweifel ist die Fettsäure auch in den Producten der Destillation der durch Schwefelsäure gebildeten Fettsubstanzen enthalten, wo sie aus der Oelsäure sich gebildet hat. Der hohe Schmelzpunkt der Fettsäure (bei 127°) und ihre leichte Verbrennlichkeit machen sie besonders geeignet zum Versatz leicht schmelzbarer Kerzen, nicht nur um ihren Schmelzpunkt zu erhöhen, sondern auch, um ihnen Härte und ein glänzendes Ansehen zu geben. Da die Fettsäure ferner die Krystallisation der Stearinsäure verhindert, so kann sie zweckmäßig den zu weichen und leicht krystallisirenden Producten der Destillation der Fettsubstanzen beigemischt werden. Ein Zusatz von 1 bis 5 Proc. Fettsäure ertheilt diesen Producten Wachshärte. Ein anderer Umstand erhöht noch die industrielle Bedeutung der

Fettsäure. Wie aus obigem Schema folgt, entsteht beim Behandeln des Ricinusöles mit Natronlauge außer der Fettsäure Caprylalkohol in reichlicher Menge, welcher bei ungefähr 180° siedet und weil er mit leuchtender Flamme brennt, anstatt der Mineralöle in Lampen als Leuchtstoff wird Verwendung finden können; er löst ferner Harze und kann demnach zur Firniß- und Lackbereitung benutzt werden, mit einem Worte, er wird im Stande sein, in den meisten Fällen den gewöhnlichen Alkohol zu ersetzen.

§. 201.

4) Wachskerzen.

Das Wachs (cire des abeilles, *bees-wax*), dessen sich die Bienen zum Bau der Zellen und Vorrathskammern für den Honig bedienen, wird von dem Körper der Arbeitsbienen unter den schuppigen Ringen, welche den unteren Hintertheil ihres Körpers bilden in Gestalt kleiner Tröpfchen abgesondert, welche sehr bald zu kleinen Wachsschuppen erhärten. Der lange Zeit gehegten Ansicht entgegen, hat es sich nach den Beobachtungen von J. Hunter und Fr. Huber herausgestellt, daß der von den Bienen eingetragene wachshaltige Blüthenstaub ausschließlich zur Nahrung der jungen Brut dient und das Wachs ein Product des Thierkörpers und zwar ein Umwandelungsproduct des Zuckers ist. Hunter und Huber fütterten einen Bienenschwarm in einem Zimmer, in dem keine Spur von Wachs sich vorfand, mit Honig und Zuckerlösung und beobachteten ungestörte Wachsbildung. Aus 0,5 Kilogr. zu Syrup gekochten Zuckers bereitete der Bienenschwarm bei dem einen Versuche gegen 90 Gramm eines sehr reinen Wachses. Neuere Versuche von Gundlach, Dumas, Milne-Edwards, Siebold u. a. haben die älteren Untersuchungen in jeder Hinsicht bestätigt. Nach den Beobachtungen von Gundlach wiegen die Wachsschüppchen, welche die Bienen absondern, durchschnittlich 0,00024 Grammen, so daß ihrer 4,518,000 auf ein Kilogramm gehen. Zur Bildung von 8 Schüppchen bedarf die Biene etwa 38 Stunden.

Um das Wachs zu gewinnen, nimmt man nach dem Tödten oder Austreiben der Bienen aus dem Bienenstocke die Waben heraus, entfernt daraus den Honig durch freiwilliges Ausfließenlassen und durch Auspressen. Durch Auspressen in heißem Wasser und langsames ruhiges Erkaltenlassen erhält man die gelben Wachsscheiben, welche in dem Handel vorkommen, nachdem die untere unreine Schicht abgeschabt worden ist.

Das durch Ausschmelzen der Waben erhaltene Wachs besitzt durchgängig eine mehr oder minder gelbe, selten braune oder rothe Farbe, welche

von dem gelben Blumenstaube herrührt, welchen die Bienen in ihrem Körper verarbeiten. In Westindien kommt jedoch auch hin und wieder das Bienenwachs mit schwarzer Farbe vor. Das gelbe Wachs ist bei gewöhnlicher Temperatur knetbar, wird bei niederer Temperatur spröde, hat einen körnigen Bruch, ein spec. Gewicht von 0,962 bis 0,967 und schmilzt zwischen 60 und 62°.

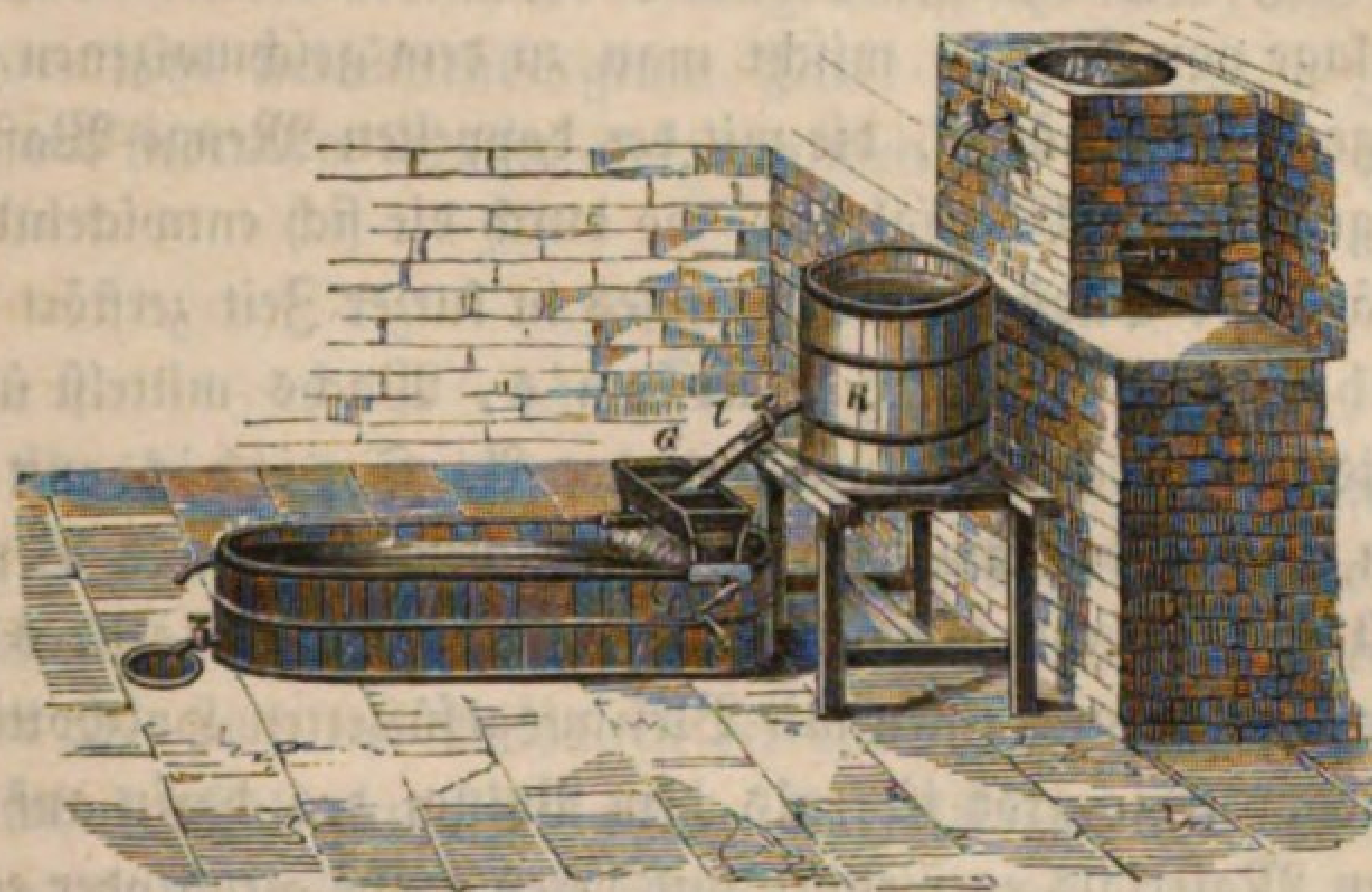
Der körnige Bruch des Wachses, eine Folge der in dem gelben Wachse vorhandenen Unreinigkeiten, so wie die gelbe Farbe, sind für die Fabrikation der Wachskerzen ein unangenehmer Umstand und schon des Ansehens wegen zu entfernen. Dieß geschieht durch das Bleichen, eine Operation, welche schon den Phöniziern, Griechen und Römern bekannt war. Plinius nennt das gebleichte Wachs cera punica und gedenkt schon der aus Binsen gefertigten Gestelle und Rahmen, auf welche man die Scheiben legte; auch spricht er von den Tüchern, womit man erforderlichen Falles die Gestelle und das Wachs bedeckt. Zur Zeit des Dioscorides bleichte man das Wachs auf die Weise, daß man es zunächst blätterte; zu diesem Behufe kühlte man den flachen Boden eines Topfes mit kaltem Wasser und tauchte ihn hierauf in das gereinigte und zerlassene Wachs, wodurch eine Wachsscheibe sich bildete; mit dieser Arbeit fuhr man fort, bis alles Wachs in Scheiben verwandelt war. Diese Scheiben wurden dann auf Fäden gezogen und unter bisweiligem Benetzen mit Wasser dem Sonnenlichte ausgesetzt. v. Murr fand auf einem in Herculanum ausgegrabenen Gemälde die Abbildung einer solchen Wachsbleiche.

In Europa trieben die Venetianer zuerst die Wachsbleicherei im Großen und im 17. Jahrhundert kam sie aus Venedig nach Nürnberg.

Gegenwärtig geschieht das Bleichen des Wachses auf folgende Weise: Das Wachs wird zunächst geläutert und zu dem Ende in einen verzinnten Kupferkessel B (Fig. 132) in welchem zuerst eine Portion Wasser bis zum Sieden erhitzt worden ist unter Zusatz von 0,25 Proc. Alaun oder Weinstein oder Schwefelsäure unter kräftigem Umrühren umgeschmolzen. Nach einigen Minuten Ruhe öffnet man den Hahn t und läßt das Wachs nebst dem Wasser in den mit eisernen Reifen gefaßten Bottich R fließen. Hier läßt man die Unreinigkeiten sich absetzen; damit das Wachs nicht erstarre, setzt man einen Deckel auf den Bottich und umgiebt letzteren mit Wolldecken. So gereinigt, wird das Wachs auf der Bändermaschine (grêloir) in dünne Bänder verwandelt, damit in Folge der vergrößerten Oberfläche beim Bleichproceß Luft und Licht besser einzuwirken vermögen. Dieser Apparat besteht aus dem Blechkasten G, in welchen das Wachs aus R durch den Kanal l gelangt; der Boden des Kastens ist siebähnlich durchlöchert. Unterhalb des

Siebes steht ein mit kaltem Wasser gefüllter Holzkasten, in welchem eine hölzerne horizontale Walze hängt, welche mit der unteren Hälfte untertaucht

Fig. 132.



und mittelst der Kurbel M um ihre Axe gedreht wird. Da die Oberfläche der Walze benetzt ist, so klebt das durchfallende Wachs nicht an, sondern wird schnell fest und nimmt die Gestalt von Bändern an. In Folge der Rotation der Walze werden diese Bänder sofort nach ihrer Bildung weggeführt und in dem Fasse vertheilt. Die so erhaltenen Bänder kommen auf den Bleichplan auf in Rahmen gespannte Leinwand, wo sie unter zeitweiligem Umrühren der Luft und der Einwirkung der Sonne ausgesetzt bleiben, bis keine Abnahme der Färbung mehr zu bemerken ist, worauf man, um auch den Kern zu bleichen, die Bänder umschmilzt, das Wachs nochmals bändert, die Bänder von Neuem bleicht und diese Operation wiederholt, bis die Bänder auch im Innern vollkommen gebleicht erscheinen. Das Bleichen nimmt je nach der Wachssorte und der Gunst der Witterungsverhältnisse eine Zeit von 20 — 35 Tagen in Anspruch. Der Gewichtsverlust dabei macht 2—10 Proc. aus. Nach dem vollständigen Bleichen wird das Wachs geschmolzen, durch ein seidenes Sieb gegeben, und entweder in größere Blöcke oder zu runden Täfelchen geformt.

Was die künstliche Bleichung des Wachses betrifft, so fehlt es nicht an zahlreichen Vorschlägen, die indessen sämmtlich mehr oder weniger zu wünschen übrig lassen. Die Anwendung des Chlores und des Chlorkalkes zum Wachsbleichen hat den Uebelstand, daß feste und spröde gechlorte Producte sich bilden, die dem Wachse beigemengt bleiben und bei der Verbrennung der daraus gefertigten Kerzen zur Bildung von Salzsäure Anlaß

geben. Durch Ozonisiren läßt sich der farbegebende Körper aus dem Wachse leicht entfernen, so unter Anderem dadurch, daß man Wachs mit etwas Terpentinöl zusammenschmilzt und dann nach dem Bändern der Luft aussetzt; die Bleichung geht schnell und vollständig vor sich; das Terpentinöl wird durch längere Zeit fortgesetztes Schmelzen des Wachses entfernt. Nach dem Vorschlage von Solly mischt man zu dem geschmolzenen Wachse eine kleine Menge Schwefelsäure, die mit der doppelten Menge Wasser verdünnt ist und einigen Stücken Chilisalpeter, wo durch die sich entwickelnde Salpetersäure die färbende Substanz des Wachses in kurzer Zeit zerstört wird. Beachtenswerth ist der Vorschlag Watson's, Wachs mittelst übermangansauren Kalis und Schwefelsäure und der A. Smith's mit Hülfe von chromsauren Kali und Schwefelsäure zu bleichen. Letzteres Verfahren, im Jahre 1860 in England patentirt, ist im Speciellen folgendes: Man benutzt bei der Ausführung einen mit Blei ausgefütterten Holzbottich, welcher mindestens doppelt so groß ist, als dem Volum des darin auf ein Mal zu behandelnden Materials entspricht, und deren Höhe gleich oder etwas größer ist als die Weite. Am Boden dieser Kufe wird ein schlangenförmiges, mit Löchern versehenes Bleirohr angebracht. Außerdem befinden sich an derselben in verschiedener Höhe Hähne. Man bringt zunächst eine gewisse Menge Wasser in die Kufe und leitet Dampf durch das Bleirohr, bis das Wasser kocht und die Kufe gehörig erwärmt ist, worauf so viel Wasser abgelassen wird, daß für je 1 Centner Wachs etwa 6 Gallonen (= 30 Liter) zurückbleiben. Man fügt dem Wasser sodann für je 1 Ctr. Wachs 12—15 Pfd. (je nachdem das Wachs schwächer oder stärker gefärbt ist) zweifach chromsaures Kali und 3 Gallonen oder ca. 48 Pfd. concentrirte Schwefelsäure hinzu. Das Wachs wird zunächst in einem andern Gefäß mit Wasser und Dampf geschmolzen und wie gewöhnlich geklärt, worauf man es entweder direct in die heiße Bleichflüssigkeit fließen oder es erst wieder erkalten läßt und sodann im festen Zustande hinein bringt. Nachdem das Wachs in die Flüssigkeit gebracht ist, leitet man Dampf durch das Bleirohr und erhält die Mischung von etwa 1 Stunde lang im lebhaften Sieden. Man wendet Dampf von etwa 5 Pfd. pro Quadratzoll Ueberdruck an; zu heißer Dampf ist zu vermeiden, weil er dem Wachs nachtheilig sein würde. Die Materialien müssen während der Operation gut mit einander vermischt erhalten werden, was jedoch schon durch kräftiges Einleiten von Dampf erreicht wird. Von Zeit zu Zeit bringt man eine Probe der Masse in ein Glas und betrachtet dieselbe; wenn sich dabei ergiebt, daß das Wachs als eine grüne Schicht auf einer schwarzen Flüssigkeit schwimmt, ist der Proceß beendigt. Man läßt die Masse dann etwa $^1/_2$ Stunde lang ruhig stehen, zieht das

Wachs von der wässerigen Flüssigkeit ab und läßt es in eine andere Kufe laufen, welche 1½ Gallonen (7,5 Liter) Wasser und 1 Pfd. Schwefelsäure oder besser Oxalsäure enthält. Man erhitzt diese Mischung mittelst Dampf, den man durch ein am Boden der Kufe befindliches Rohr leitet, zum Kochen, welches 1 Stunde oder überhaupt so lange fortgesetzt wird, bis das Wachs die von Chromoxyd herrührende grüne Farbe verloren hat. Zuletzt wird das Wachs mit siedendem Wasser ausgewaschen und in Formen gegossen.

§. 202.

Das Wachs, das gelbe wie das gebleichte, ist häufigen **Verfälschungen** ausgesetzt. Für eine betrügerische Beimischung von **Harzen** z. B. des Fichtenharzes spricht zuvörderst die Zähigkeit, der Geruch und die Farbe, ferner aber auch das Verhalten der durch Digestion des Wachses mit warmem Alkohol erhaltenen Flüssigkeit. Der Alkohol löst nämlich nur die Harze auf und wirkt kaum auf das Wachs ein, daher nach dem Abdampfen des Alkohols nun die Harze als Rückstand bleiben. **Stärkemehl, Mehl** und **erdige Substanzen** (z. B. Oker) treten bei der Behandlung des Wachses mit Terpentinöl, Benzol oder Petroleum hervor, da nur das Wachs von den genannten Flüssigkeiten gelöst wird. Stärke und Mehl läßt sich ferner dadurch erkennen, daß das Wasser, mit welchem das zu prüfende Wachs gekocht wurde, nach dem Erkalten Kleister und auf Zusatz von Jodlösung blaue Jodstärke bildet. Ein ferneres Prüfungsmittel auf Mehl und Stärkemehl ist in dem Kochen des Wachses mit verdünnter Schwefelsäure gegeben, wodurch die Stärke in Dextrin und Glycose verwandelt wird, welche in der Flüssigkeit gelöst bleiben, während das reine Wachs nach dem Erkalten auf deren Oberfläche sich abscheidet; aus der Gewichtsdifferenz des Werthes vor und nach der Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure erfährt man die Menge der beigemischten Stärke. Gewisse Mehlsorten wie z. B. Erbsenmehl sind schon in der Menge von 60 Proc. in dem Wachse vorgefunden worden; ein derartig verfälschtes Wachs ist weniger fest und zähe, zerbröckelt beim Durchschlagen und löst sich nur zum Theil in Benzol.

Häufig ist das Wachs verfälscht mit **Talg, Stearinsäure, Paraffin** und **vegetabilischem Wachse**.

Der Zusatz von **Talg** giebt sich durch den unangenehmen Geschmack und Geruch zu erkennen, welche er dem Wachse mittheilt, daneben aber, daß ein solches Wachs weniger brüchig, dagegen fettiger als reines Wachs ist und der trocknen Destillation unterworfen, den charakteristischen Acroleïngeruch zeigt. Die Erniedrigung des Schmelzpunktes des Wachses durch

Zusatz von Talg und die Abnahme des specifischen Gewichtes sind zu gering, um als Anhaltepunkte zur Ermittelung der Größe der Verfälschung benutzt werden zu können. Nach den Untersuchungen von Gottlieb in Gratz weist man den Talgzusatz am besten dadurch nach, daß man die Oelsäure im Talg aufsucht. Zu dem Ende verseift man 15 Grm. Wachs mit 100 Grm. Kalilauge von 1,2 spec. Gew., zersetzt die Seife mit verdünnter Schwefelsäure, nimmt die oben aufschwimmende klare Fettschicht ab, erwärmt sie im Wasserbade mit Bleioxyd, bis nichts mehr davon aufgenommen wird und digerirt die Bleiseife haltende Flüssigkeit mit Aether, in welchem sich das ölsaure Bleioxyd löst, falls dem Wachs Talg zugesetzt worden war. In dem Filtrat weist man das Bleioxyd durch Schwefelwasserstoffwasser nach; die mehr oder minder reichliche Bildung von Bleisulfuret gestattet einen Schluß auf die Menge des vorhandenen Talges. Bei 8 Proc. Talg entsteht ein starker schwarzbrauner Niederschlag, bei 3 Proc. eine deutliche braune Färbung. Da jedoch auch bei reinem unverfälschtem Wachse etwas Bleioxyd vom Aether aufgenommen wird, so ist es vorzuziehen, aus der ätherischen Flüssigkeit durch Salzsäure das Bleioxyd als Chlorblei auszuscheiden, die Aetherschicht abzuheben und abzudunsten, das zurückbleibende Fett zwischen Schreibpapier zu pressen, wobei ein Fettfleck nur dann entsteht, wenn das Wachs mit Talg vermischt war. Einfacher ist das von Marx angegebene Verfahren, nach welchem man zuerst den Talg in Fettsäure überführt. Man kocht zu dem Ende 2 Grm. des zu prüfenden Wachses mit 100 Kubikcent. Natronlauge, welche 0,4 Grm. NaO, HO enthält (in 1 Liter Flüssigkeit 4 Grm.) etwa 2 bis 3 Minuten, übersättigt die Masse mit verdünnter Säure und erwärmt. Das sich abscheidende Wachs wird abgenommen, zwischen Fließpapier abgetrocknet und dann, wie bei der Prüfung des Wachses auf Stearinsäure (nach v. Fehling's Verfahren) angegeben ist, durch Kochen mit Alkohol und durch Versetzen der erkalteten Flüssigkeit mit Wasser weiter untersucht.

Die Stearinsäure läßt sich im Wachse nicht so leicht nachweisen, als man wohl glauben sollte. Nach Regnard benutzt man hiezu Kalkwasser. Einige Späne des zu prüfenden Wachses werden mit Kalkwasser gekocht; die Flüssigkeit ist nach dem Erkalten klar, wenn das Wachs rein war, im gegentheiligen Falle bildet sich eine Färbung oder ein Niederschlag von unlöslichem stearinsaurem Kalk und die Flüssigkeit hat ihre Eigenschaft verloren, durch Säuren geröthetes Lakmuspapier wieder zu bläuen. Der Gehalt des Kalkwassers an Kalk kann ähnlich wie bei der Kohlensäurebestimmung nach Pettenkofer zur Ermittelung der Menge der in dem Wachse enthaltenen Stearinsäure benutzt werden. Noch besser als Kalkwasser möchte

sich eine filtrirte Lösung von Zuckerkalk zur genauen Bestimmung der Menge der Stearinsäure eignen.

Da indessen das reine Wachs einen Körper, die Cerotinsäure, enthält, welcher gegen Alkalien in vieler Hinsicht ein ähnliches Verhalten zeigt, wie Stearinsäure, auch bei der Verseifung des Wachses sich Palmitinsäure, folglich dieselbe Säure bildet, aus der zum großen Theile die sogenannte Stearinsäure des Handels besteht, so ist es nach den bekannten Methoden nicht möglich, auch nur mit annähernder Sicherheit die Verfälschung mit letzterer Säure nachzuweisen, wenn deren Menge weniger als 10 Proc. beträgt, eine Verfälschung, die bei vielen Verwendungen des Wachses noch erheblich genug ist. Die Stearinsäure unterscheidet sich jedoch von der Cerotinsäure des Wachses dadurch, daß sie aus der Lösung in kaltem Alkohol durch Zusatz von Wasser abgeschieden wird, während die Cerotinsäure sich wohl in heißem Alkohol löst, beim Erkalten aber soweit sich ausscheidet, daß durch Zumischen von Wasser nicht viel mehr sich abscheidet. Kocht man daher nach dem Vorschlage v. Fehling's reines Wachs 4 bis 5 Minuten mit dem 20fachen Gewicht Alkohol und läßt die Flüssigkeit durch mehrstündiges Stehen vollständig erkalten, filtrirt dann ab und versetzt das klare Filtrat mit Wasser, so wird, wenn das Wachs rein war, die Flüssigkeit sich nur wenig trüben; enthielt das Wachs Stearinsäure, so scheidet diese sich bei Zusatz von Wasser in Flocken ab, so daß, wenn das Wachs auch nur 1 Procent Stearinsäure enthielt, eine starke unverkennbare Trübung entsteht. Man wird daher bei Vergleichung mit reinem Wachs nie über die Gegenwart von Stearinsäure in Zweifel sein, auch wenn seine Menge weniger als 1 Proc. betrug. In gleicher Weise wie Stearinsäure läßt sich leicht die Gegenwart von Fichtenharz und Aehnlichem im Wachs bestimmen.

Eine jetzt nicht selten vorkommende Verfälschung des weißen Wachses ist die mit Paraffin. Nach der Angabe Landolt's erkennt man diese Verfälschung auf folgende Weise: Man erwärmt ein nußgroßes Stück des zu prüfenden Wachses in einer Porcellanschale mit einem Ueberschusse von rauchender Schwefelsäure. Nach dem Schmelzen des Wachses tritt eine ziemlich heftige Reaction ein, das Aufschäumen hierbei ist um so geringer, je größer der Paraffingehalt. Nachdem die Gasentwickelung schwächer geworden ist, fährt man mit dem Erwärmen noch einige Minuten lang fort und läßt hierauf erkalten. Es findet sich dann das Paraffin über der Schwefelsäure als erstarrte durchscheinende Schicht, die leicht abgehoben werden kann. Am zweckmäßigsten wendet man so viel Säure an, daß nach Beendigung der Operation der schwarze Rückstand flüssig bleibt; wird zu wenig genommen, so kann leicht das abgeschiedene Paraffin durch die Zersetzungsproducte des

Wachses verunreinigt werden. Ist dies der Fall, so genügt ein nochmaliges Umschmelzen über rauchender Schwefelsäure, um dasselbe farblos zu erhalten. Quantitative Versuche mit verschiedenen Mischungen von Paraffin und Wachs haben ergeben, daß die Menge der ersteren Substanz nach obigem Verfahren immer etwas zu niedrig gefunden wird, indem dieselbe bei längerem Erwärmen mit Nordhäuser Schwefelsäure ebenfalls nach und nach eine Zersetzung erleidet. So wurden aus zusammengeschmolzenen Mischungen Wachs mit 50 und 75 Proc. Paraffin 45 und 68 Proc. gefunden. Man kann auf diese Weise selbst sehr kleine Mengen von Paraffin leicht entdecken. Englische Schwefelsäure statt rauchender kann nicht angewandt werden, da durch diese das Wachs nur langsam zerstört wird.

Eine Verfälschung des Bienenwachses mit vegetabilischem Wachse, die neuerdings zuweilen in Frankreich vorkommen soll, ist deshalb mit großen Schwierigkeiten verknüpft, weil die verschiedenen Sorten des Pflanzenwachses sehr verschiedene Eigenschaften haben. Robineaud[1]) giebt eine Methode der Prüfung an, die sich auf die verschiedene Löslichkeit beider Wachsarten in Aether basirt. Wir begnügen uns, bei dem Mangel an controlirenden Versuchen, einfach auf die Methode zu verweisen.

§. 203.

Was die chemischen Eigenschaften des Wachses betrifft, so beobachtete zuerst John, daß es ein Gemenge zweier Stoffe sei, die sich durch ihre Löslichkeit in Alkohol von einander unterscheiden: der eine, in siedendem Alkohol lösliche, bildet die Cerotinsäure $C_{54}H_{54}O_4$ (früher Cerin genannt), der andere, in Alkohol wenig lösliche Stoff ist unter dem Namen Myricin bekannt und besteht nach Brodie aus palmitinsaurem Myricyloxyd $C_{92}H_{92}O_4 = C_{32}H_{31}\ (C_{60}H_{61})\ O_4$. Außer diesen beiden Körpern enthält das Bienenwachs noch 4—5 Proc. eines bei 28° schmelzenden Körpers, das Ceroleïn, welchem das Wachs seine Fettigkeit verdankt. — Die Verhältnisse der Cerotinsäure und des Myricins variiren beträchtlich in dem Bienenwachse. John, so wie Bucholz und Brandes nehmen an, daß die Cerotinsäure 90 Proc. des Wachses ausmache, während es nach Boudet und Brisserot nur 70 Proc. beträgt. Heß untersuchte ein Wachs, welches zu 90 Proc. aus Myricin bestand, und Brodie fand ein Wachs aus Ceylon, das vollkommen frei von Cerotinsäure war. Nach

[1]) Vergl. Wagners Jahresbericht 1861 p. 649.

letzterem Chemiker enthält das Wachs aus der Grafschaft Surrey 22 Proc. Cerotinsäure. Aus der Verschiedenheit der Mengenverhältnisse des Myricins und der Cerotinsäure erklärt sich der bei den einzelnen Wachssorten beobachtete verschiedene Schmelzpunkt.

Für die Technologie des Wachses ist es nöthig zu wissen, daß diese Säure nicht nur einen Bestandtheil des Bienenwachses ausmacht, sondern auch bei der trocknen Destillation des chinesischen Wachses und bei der Einwirkung von schmelzendem Kali auf dasselbe sich bildet, bei 78° schmilzt und unverändert überdestillirt werden kann. Sie wird durch Alkalien leicht verseift, doch nicht so leicht als die Stearin- und Palmitinsäure (ein für die Untersuchung des Wachses auf Stearinsäure wichtiger Umstand). Das Myricin (oder palmitinsaure Myricyloxyd), das man erhält, indem man das Wachs mit siedendem Alkohol erschöpft, bis die weingeistige Lösung durch essigsaures Bleioxyd nicht mehr gefällt wird, schmilzt bei 64, wird von verdünntem Kali kaum angegriffen, durch concentrirte Alkalilauge aber leicht verseift und in palmitinsaures Kali und in Myricyloxydhydrat oder Melissin $C_{60}H_{62}O_2$, bei 85° schmelzend, übergeführt.

Außer dem gewöhnlichen Bienenwachse sind noch erwähnenswerth

1) das chinesische Wachs, eine aus China in großer Menge eingeführte Wachsart, stammt von der Wachsschildlaus, Coccus ceriferus, welche es auf den Bäumen, auf denen sie sich aufhält, namentlich auf Rhus succedaneum niederlegt. Es ist äußerlich dem Wallrath sehr ähnlich, daher schneeweiß, krystallinisch, spröde und fasrig und schmilzt bei 82°. Bei der trocknen Destillation giebt es Cerotinsäure und einen paraffinähnlichen Körper, das Ceroten. Nach Brodie besteht das chinesische Wachs aus cerotinsaurem Ceryloxyd $C_{108}H_{108}O_4 = C_{54}H_{53}\ (C_{54}H_{55})\ O_4$. Es läßt sich nur schwierig verseifen;

2) das Andaquieswachs ist das Product eines im Flußgebiete des Orinoko und Amazonenstromes wohnenden Insectes, welches bei 77° schmilzt, ein spec. Gewicht von 0,917 besitzt und wie es scheint, dem Bienenwachs gleich zusammengesetzt ist;

3) das japanische oder amerikanische Wachs, eine in runden concav-convexen, mit weißem Reife überzogenen Scheiben vorkommende Wachsmasse, die weich und brüchig ist, bei 42° schmilzt, sich in siedendem Alkohol löst und aus Palmitin (palmitinsaurem Glyceryloxyd) bestehen soll. Es hat mit dem (Bd. II p. 420) beschriebenen Vateriatalg eine gewisse Aehnlichkeit;

4) das Carnaubawachs ist eine aus Rio de Janeiro kommende Wachsart, welche der Ueberzug der Blätter einer Palmenart sein soll. Es

schmilzt bei 83,5° und eignet sich seines hohen Schmelzpunktes wegen, um leichter schmelzbare Fette zur Kerzenfabrikation tauglich zu machen. Nach den Versuchen von Leroux und Martins giebt eine Mischung von 70 Kilogr. Cocosnußöl und 30 Kilogr. Carnaubawachs ein zur Darstellung von Kerzen sehr geeignetes Material;

5) das Palmenwachs, aus der Rinde von Ceroxylon andicola, einer Palme auf den höchsten Punkten der Cordilleren, wird durch Abschaben und durch Auskochen mit Wasser gewonnen. Es schmilzt bei 83—86° und ist vielleicht mit dem Carnaubawachs identisch;

6) das Myrthenwachs von Myrica cerifera wird aus den Früchten derselben durch Auskochen mit Wasser in mehreren Staaten des südlichen Theiles der Union gewonnen. Das in der Provinz Para am Amazonenstrome dargestellte kommt unter dem Namen Ocuhawachs in den Handel. Es ist grün (olivengrün) und schmilzt bei 36—48°. Man verwendet es in Amerika als Kerzenmaterial.

§. 204.

Der Wachszieher unterscheidet folgende drei Arten von Wachskerzen, nämlich

1) die eigentlichen Wachskerzen (bougies de cire; *wax candles*),

2) die Kirchenkerzen (cièrges, *church candles*) und

3) die Wachsstöcke (bougies fileés, *wax tapers*).

Die Wachskerzen werden am häufigsten durch das Angießen (Anschütten, fabrication des bougies à la cuiller, *basting*) hergestellt. Zu diesem Behufe werden die Dochte an den am Umfang eines frei schwebenden Reifes, dem Kranze (romaine, *hoop*) befestigten Haken aufgehängt und unter stetigem Umdrehen des Dochtes um seine Axe mit den Fingern mit dem flüssig erhaltenen Wachse übergossen, bis sie so viel davon aufgenommen haben, als zu ihrer Dicke erforderlich war, worauf man ihnen durch Ausrollen auf einer Marmor- oder Holzplatte die cylindrische Gestalt giebt. Man nimmt das Angießen auf zweierlei Art vor. Nach der ersten und gewöhnlichen Art tränkt man zuerst die Dochte mit Wachs, gießt sie dann zur Hälfte mit Wachs an, hängt sie dann umgekehrt auf und macht endlich auch die andere Hälfte durch Angießen fertig, d. h. der Arbeiter begießt sie mit flüssigem Wachse, bis sie die gleiche und gehörige Dicke erlangt haben. Damit die Schlinge, d. h. der Theil des Dochtes, welcher später aus der Kerze hervorsieht, von Wachs frei bleibe, streift man über dieselbe ein cylindrisches

Hütchen von Weißblech. Hierauf nimmt man die Kerzen von dem Kranze ab, legt sie zwischen zwei leinenen Tüchern auf eine Matratze über einander, bedeckt sie mit einer Flanelldecke und rollt nun eine Kerze nach der andern auf der angefeuchteten Rollplatte mit dem Rollprette vollends aus. Nach dem Ausrollen werden die Kerzen unten abgeschnitten und ihre Dochttheile konisch zugespitzt, und dann in ein Gefäß mit Wasser gelegt, worin sie erkalten, ohne ihre Form zu verlieren. Die erkalteten Kerzen kommen in einen mit durchlöchertem Boden versehenen Kasten, in welchem sie auf den Bleichplan getragen werden, damit sie hier an der Luft und unter öfterem Benetzen nach einigen Tagen die gelbliche Farbe verlieren, die sie durch die Bearbeitung angenommen haben. — Bei fabrikmäßigem Betriebe wendet man zuweilen ein anderes Verfahren an; es werden nämlich die gleich anfangs mit der Schlinge nach oben gehängten Dochte in einer Operation fertig angegossen; man erspart dadurch bedeutend an Zeit, doch ist größere Uebung und Geschicklichkeit der Arbeiter erforderlich.

Das Gießen der Wachskerzen geschieht auf ähnliche Weise wie das der Stearin- und Paraffinkerzen, nur macht das merkliche Schwinden nach dem Erkalten und das feste Adhäriren an die Formen das Wachs zum Gießen nicht sehr geeignet. Der Docht zu den gegossenen Wachskerzen muß, damit sich um den Docht herum keine hohlen Stellen bilden, mit Wachs getränkt in die Formen eingezogen werden. Das Wachs wird im Wasserbade geschmolzen in die Formen gegossen. Glasformen sind ihrer glatten Wände wegen, die sich den Kerzen mittheilt, und auch, weil die Kerzen nach dem Erkalten leicht aus den Formen gezogen werden können, den Metallformen vorzuziehen. Zur Verringung ihrer Zerbrechlichkeit überzieht man die gläsernen Formen hier und da mit Guttapercha.

Die dicken, oft 15 bis 20 Kilogramm schweren Kirchen- oder Altarkerzen werden weder durch Angießen, noch durch Gießen, sondern aus der Hand (fabrication des cièrges à la main) verfertigt. Zu dem Ende wird der aus Lein- und Baumwollgarn gemischte Docht mit Wachs, welches durch warmes Wasser erweicht worden ist, umgeben. Zu diesem Behufe bildet man entweder aus dem Wachse längliche Streifen und legt diese stückweise um den horizontal ausgespannten Docht, oder giebt dem gekneteten Wachse auf dem Rolltische ungefähr die Gestalt einer Kerze, drückt dann in den Cylinder mit Hülfe der scharfen Kante eines Lineales eine Rinne bis in die Mitte ein, legt in die Rinne den Docht, füllt die Fuge mit Wachs aus und macht endlich die Kerze auf dem Rolltische fertig.

Die Wachsstöcke und die durch Zerschneiden derselben erhaltenen

sogenannten Christbaumlichter werden fast immer, um dem Wachs die Geschmeidigkeit wieder zu geben, die es durch das Bleichen verloren hat, und außerdem auch, um den Anforderungen der Consumenten hinsichtlich des Preises zu genügen, aus mit Talg und auch wohl mit Fichtenharz und Terpentin versetztem Wachs verfertigt. Der Docht muß, da die Wachsstöcke keine sehr große Dicke erhalten, sehr gleichförmig sein. Zur Herstellung des Dochtes nimmt man so viel gefüllte Spulen, als der Docht Fäden erhalten soll, und windet die Fäden auf eine Trommel, deren mit Kurbel versehene Axe auf einem schweren Gestelle ruht und die an dem einen Ende des Arbeitssaales aufgestellt ist. Ihr gegenüber, an dem andern Ende des Locales ist eine zweite leere Trommel aufgestellt, und in der Mitte zwischen beiden auf einem Gestell eine mit Wachs gefüllte flache Kupferpfanne, welche von unten durch Kohlenfeuer erwärmt werden kann. Auf dem Boden der Pfanne ist ein Haken angebracht, durch welchen der Docht läuft. An dem Rande der Pfanne ist ein Zieheisen aus Eisen oder Kupfer mit kreisrunden, konischen Oeffnungen von verschiedener Weite, genau so wie die Oeffnungen eines Drahtzieheisens (vergl. Bd. I. p. 319) angebracht. Der durch die Wachspfanne laufende Docht tritt an der konischen Einwirkung der Ziehlöcher in die Ziehplatte. Sollen die Wachsstöcke gezogen werden, so taucht man das Ende des auf die Trommel aufgewundenen Dochtes in das geschmolzene Wachs, zieht den Docht durch den Haken am Boden der Pfanne, dann durch das Ziehloch, welches etwas größer ist als der Docht, und klebt hierauf das Ende des Dochtes auf die zweite Trommel auf. Hier wird es so lange festgehalten, bis die zweite Trommel eine Umdrehung gemacht hat, worauf man die Trommel, damit das Wachs am Dochte erstarren kann, möglichst langsam umdreht, bis aller Docht auf die zweite Trommel aufgewunden ist. Nachdem dies geschehen, steckt man das Zieheisen auf die entgegengesetzte Seite der Pfanne, läßt dann den begonnenen Wachsstock durch das zunächst kommende Loch des Zieheisens gehen u. s. f., bis es auf der ersten Trommel aufgewickelt ist. Auf diese Weise fährt man fort, den Wachsstock durch die Wachspfanne und das nächst größere Loch des Zieheisens von der ersten zur zweiten Trommel und umgekehrt gehen zu lassen, bis er die gewünschte Dicke erlangt hat. Die so erhaltene Wachsschnur wird in noch biegsamem Zustande zu Wachsstöcken von bestimmtem Gewicht zusammengewunden. Es kommt bei den Wachsstöcken nicht selten vor, daß Wachs von verschiedener Qualität zu den einzelnen Schichten d. h. die bessere Qualität nach außen genommen wird. Hat das Loch des Zieheisens, statt der kreisförmigen Gestalt, eine sternförmige, so erhält der Wachsstock parallele Streifen oder Cannelirungen. Die Verzierungen und Malereien stellt man durch Auf-

tragen des geschmolzenen gefärbten, oder des mit Terpentinöl oder mit Benzol erweichten Wachses her [1]).

§. 205.

5) Wallrathkerzen.

Der Wallrath (blanc de baleine, *sperma ceti*) ist eine eigenthümliche feste Fettmasse, welche sich in mehreren Cetaceen, namentlich in dem Pottfisch, Pottwall oder Cachelot (Physeter macrocephalus), welcher vorzüglich die südlichen Weltmeere, zumal die Küsten von Brasilien und Neu-Südwales bewohnt, findet. In dem lebenden Thiere ist sie durch die thierische Wärme in einem andern flüssigen Fette, dem Wallrathöl (huile de baleine, *whale oil*) aufgelöst. Diese Lösung, der sogenannte flüssige Wallrath füllt eigens dafür bestimmte Höhlungen und Gefäße aus, welche oberhalb der Hirnschale, unter der Haut vom Kopf bis zum Schwanz, und zerstreut im Fleisch und Speck liegen. Nach dem Tode des Thieres erstarrt der flüssige Wallrath, indem sich der feste Wallrath gerinnt; man scheidet letzteren durch mehrfaches Pressen mit hydraulischen Pressen von dem Oele, und kocht die kalt und heiß gepreßten Kuchen mit ziemlich starker Natronlauge, wodurch eine kleine Menge noch anhängenden Wallrathöles entfernt wird, worauf die abgezogene wasserklare Flüssigkeit beim Erkalten zu einer weißen Krystallmasse erstarrt. Von einem Pottfisch soll man bis 100 Ctr. Wallrathöl und 36 bis 60 Ctr. Wallrath erhalten.

Der Wallrath, so wie er im Handel sich findet, erscheint als eine weiße, perlmutterglänzende, blättrig-krystallinische, halbdurchsichtige, schlüpfrig und fettig anzufühlende Masse von 0,943 spec. Gewicht, schmilzt bei 45°, läßt sich bei 360° zum größten Theil unverändert überdestilliren, löst sich in etwa 30 Th. siedenden Alkohols, wird an der Luft leicht gelb und läßt sich leicht pulvern. Nach Smith und Stenhouse besteht der Wallrath aus palmitinsaurem Cetyloxyd $C_{68}H_{64}O_4 = C_{32}H_{31}(C_{32}H_{33})O_4$. Nach Heintz (1851) dagegen ist der Wallrath eine Verbindung des Cetyloxydes mit den Fettsäuren Stearinsäure, Palmitinsäure, Myristinsäure, Cocinsäure und Cetinsäure. In rohem, d. h. nicht durch Umkrystallisiren aus Alkohol gereinigten Wallrath fand Heintz auch Oelsäure.

Der Wallrath wird in England in großer Menge zu Luxuskerzen ver-

[1]) Die Fabrikation der Nachtlichter, so wie sie in Fürth betrieben wird, ist ausführlich beschrieben worden von Bernheim, Programm der Fürther Gewerbschule 1861 und Fürther Gewerbezeitung 1861 No. 20, 21 u. 22.

wendet, die in Folge ihrer blendendweißen Farbe und ihrer halbdurchscheinenden, alabasterähnlichen Beschaffenheit die schönsten, aber auch die theuersten aller Kerzen repräsentiren. Um die Neigung des Wallrathes, beim Erkalten zu krystallisiren, zu schwächen, setzt man beim Gießen der Kerzen 5—10 Proc. weißes Wachs oder auch einige Procent Paraffin oder Belmontin zu. — In Frankreich kam die Wallrathkerzenfabrikation im Jahre 1819 durch eine Frau Mougniard in Paris auf, die nach und nach sich Bahn brechende Fabrikation der Stearinkerzen machte ihr aber bald den Garaus. In Deutschland ist die Wallrathkerze eigentlich nie fabrikmäßig dargestellt worden.

(Anhang zu der Kerzenfabrikation.)

Das Glycerin.

§. 206.

Das Glycerin $C_6H_8O_6$ (als dreiatomiger Alkohol $\left.\begin{matrix}C_6H_5\\H_3\end{matrix}\right\} O_6$) ist in Verbindung mit den festen und flüssigen Fettsäuren in den meisten Fetten in der Menge von 8—9 Proc. enthalten und läßt sich daraus durch Behandeln mit Basen (Kali, Natron, Kalk, Baryt, Bleioxyd), oder mit Säuren (Schwefelsäure) und gewissen Chlormetallen (Chlorzink), endlich durch überhitzten Wasserdampf oder durch überhitztes Wasser (ohne Dampfbildung) abscheiden. Das Glycerin bildet sich ferner bei der geistigen Gährung der Glycose und Chylariose neben Alkohol, Kohlensäure und Bernsteinsäure als constantes Product. Nach den Beobachtungen von Pasteur (vgl. Bd. III p. 326) beträgt die Menge des sich hierbei bildenden Glycerins etwa 3 Proc. vom Gewicht des Zuckers. Diese Angabe, ihre Richtigkeit vorausgesetzt, ist für die Technik um so wichtiger, als sie zeigt, daß in der Schlämpe der Branntweinbrennereien eine neue, bisher noch nicht ausgebeutete Glycerinquelle existirt.

Das Glycerin oder Oelsüß wurde von Scheele im Jahre 1779 bei der Bereitung des Bleipflasters entdeckt, von Seiten der Technik fand es erst Beachtung, als es durch die Einführung der Stearinkerzenfabrikation massenhaft auftrat. Um die Ausbeutung seiner technisch wichtigen Eigenschaften machten sich besonders die französischen Chemiker Cap und Barreswil verdient.

Was seine Darstellung im Großen betrifft, so handelt es sich gewöhnlich nur um die Reinigung des bei der Gewinnung der Stearinsäure

aus Fetten (Talg, Palmöl) abgeschiedenen Glycerins. Wird zur Darstellung der Stearinsäure die Verseifungsmethode mit Kalk benutzt, so bleibt es nach Abscheidung der unlöslichen Kalkseife in Wasser gelöst, durch Abscheidung des mitgelösten Kalkes durch Schwefelsäure oder besser noch durch Oxalsäure und durch Abdampfen der von dem Kalkniederschlag gesonderten Flüssigkeit bis zur Syrupconsistenz kann man das Glycerin für viele technische Zwecke genügend rein erhalten. In solchen Fabriken, in welchen man die Zersetzung der Fette durch überhitzten Wasserdampf bewerkstelligt, erhält man die Fettsäure sowol, als auch das Glycerin als Destillationsproduct und letzteres daher (vergl. Seite 453) völlig rein; nur darf hierbei eine Temperatur von 310° nicht überschritten werden, weil ein Theil des Glycerins sich sonst unter Bildung von Acroleïndämpfen zersetzen würde. Daß die bei der Verseifung der Fette mit Schwefelsäure sich bildende Glycerin-Schwefelsäure ($C_6H_5O_3 . 2 HO. S_2O_6 . HO$) in ihrer wässrigen Lösung beim Verdunsten leicht in Glycerin und Schwefelsäure zerfällt, läßt sich gleichfalls zur Glycerindarstellung benutzen. Aus der Unterlauge der Seifensieder erhält man das Glycerin (nach dem Reynold'schen in England patentirten Verfahren) auf folgende Weise: Die Unterlauge wird zunächst durch Abdampfen concentrirt; die dabei am Boden des Abdampfgefäßes sich ausscheidenden Salze werden von Zeit zu Zeit herausgenommen. Ist die Flüssigkeit gehörig concentrirt, was man an der Erhöhung des Siedepunktes auf 116° erkennt, so bringt man sie in eine Destillirblase und destillirt das Glycerin mittelst eingeleiteter überhitzter Wasserdämpfe über. Das Destillat wird im Wasserbade zur Syrupsconsistenz gebracht.

Ein	spec.	Gewicht	von	1,260	entspricht	98	Proc.	wasserfreiem	Glycerin
"	"	"	"	1,240	"	94	"	"	"
"	"	"	"	1,232	"	90	"	"	"
"	"	"	"	1,204	"	80	"	"	"
"	"	"	"	1,179	"	70	"	"	"
"	"	"	"	1,159	"	60	"	"	"
"	"	"	"	1,127	"	50	"	"	"
"	"	"	"	1,117	"	45	"	"	"
"	"	"	"	1,105	"	40	"	"	"
"	"	"	"	1,075	"	30	"	"	"
"	"	"	"	1,051	"	20	"	"	"
"	"	"	"	1,024	"	10	"	"	"

Die ölartige Beschaffenheit, so wie der Umstand, daß das Glycerin bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist und bei der Kälte nicht erstarrt, da es

bei —40° noch völlig flüssig bleibt, die Beständigkeit des Präparates, der angenehme zuckersüße Geschmack bei vollständiger Reinheit und die Unschädlichkeit, so auch das Lösungsvermögen für viele Stoffe und die großen Mengen, die man sich zu billigem Preis verschaffen kann, haben dem Glycerin bereits eine große Wichtigkeit in gewerblicher Hinsicht verschafft.

Unter den vielfachen Anwendungen, die das Glycerin bis jetzt gefunden hat, seien im Folgenden einige der wichtigeren und interessanteren angeführt: Das Glycerin wird von Barreswil benutzt, um den Thon für das Modelliren im gehörig feuchten Zustand zu erhalten. Versuche, die hierüber an mehreren Orten angestellt worden, ergaben günstige Resultate. Das Glycerin eignet sich ferner zur Aufbewahrung solcher Nahrungsmittel, welche im feuchten Zustande erhalten werden sollen, so z. B. des Senfes, der mit Glycerin versetzt nicht mehr austrocknet. Besonders ist die Anwendung des Glycerins für den Schnupftabak zu empfehlen; bekanntlich werden gewisse Sorten desselben mit Süßstoffen versetzt, wie z. B. mit Melasse, Rohrzucker u. dgl., welche jedoch nicht vollständig ihren Zweck erfüllen, indem sie der Gährung unterworfen sind; statt derselben wendet man auch Süßholzextract an, welches jedoch den Tabak nicht in hinreichend feuchtem Zustand erhält, so zwar, daß man genöthigt ist, denselben fest zusammenzupressen und in Zinnfolie zu verpacken. Das Glycerin könnte sowohl den Tabak versüßen, als ihn auch selbst in freier Luft gehörig feucht erhalten. Glycerin ist auch zum Schmieren von Maschinenbestandtheilen, besonders bei Uhren und Chronometern verwendbar, da es an der Luft keine Veränderung erleidet, bei niederer Temperatur nicht erstarrt und das Messing und ähnliche Kupferlegirung nicht angreift. Zur Fabrikation von Copirtinte ist es gleichfalls schon vorgeschlagen worden. Seiner Eigenschaft wegen, die Haut weich und schlüpfrig zu erhalten, findet es als Cosmeticum z. B. als Glycerinessig, Glycerinseife u. dgl. ausgedehnte Anwendung.

De la Rue in London hat, um der Druckerschwärze ihre Unlöslichkeit in Wasser zu nehmen — worin indessen der größte Vorzug der bisherigen Druckfarbe zu suchen ist — vorgeschlagen, statt Leinöl Glycerin anzuwenden. Das Glycerin löst mit Leichtigkeit die Theerfarbstoffe (Anilinblau, Cyanin, Anilinviolett), eben so auch das Alizarin auf; derartige Lösungen sind von C. Gros-Renaud und von G. Arnaudon zur Anwendung in der Färberei vorgeschlagen worden. Um dem Papier große Weichheit und Biegsamkeit zu ertheilen, soll man nach J. Brown dem Papierzeug Glycerin beimischen; der zur Erzeugung von 100 Kilogr. Papier erforderlichen Menge Papierzeug mischt man ungefähr 5 Kilogr. Glycerin von 1,18 spec. Gew. zu. Ein derartiger Zusatz von Glycerin zum Papierzeug soll die Oberfläche

des Papieres hinreichend absorbirend machen, damit es behufs der Tapetenerzeugung trocken mit den Farben bedruckt werden kann. Sollte sich diese Angabe in der That bestätigen, so wäre es ein großer Vortheil, weil beim Bedrucken des Papieres im feuchten Zustande die zarten Muster nicht selten verdorben werden.

Von Wichtigkeit ist die von Mandet erfundene Glycerinschlichte (aus 5 Th. Dextrin, 12 Th. Glycerin, 1 Th. schwefelsaurer Thonerde u. 30 Th. Wasser bestehend), bei deren Anwendung die Musselinweber für ihre Arbeit nicht mehr wie bisher auf die feuchten, der Gesundheit nachtheiligen Keller- und Erdgeschosse angewiesen sind, sondern dieselbe in hellen, trocknen und gut gelüfteten Räumen der oberen Stockwerke der Häuser verrichten können. Elsner fand, daß schwach lohgar gegerbte Treibriemen, wenn sie etwa 24 Stunden in Glycerin verweilt haben, nicht mehr dem Brechen unterworfen sind, weshalb er das Glycerin auch für andere Lederfabrikate anzuwenden vorschlägt.

Die Gasuhren versagen im Winter oft den Dienst, indem das Wasser in denselben gefriert. Eben so verdunstet dasselbe sehr rasch in der wärmeren Jahreszeit. Eine Lösung von Glycerin hat beide Uebelstände nicht (vergl. Seite 330)[1]. Santi benutzt das Glycerin zum Füllen des schwimmenden Compasses auf Schraubendampfern, da es in Folge seiner Dichtigkeit und geringen Beweglichkeit die innere Schale des Compasses gegen die Erzitterungen, welche die Schraube dem Schiffe mittheilt, unempfindlich macht. Friedheim sucht die Uebelstände, die das Quecksilber in den Manometern dadurch zeige, daß es mit der Zeit unrein werde und durch Hängenbleiben in der Röhre dem Druck nicht gehörig folge, dadurch zu beseitigen, daß er einige Tropfen Glycerin als Decke für das Quecksilber verwendet.

Zur Aufbewahrung anatomischer Präparate scheint das Glycerin besonders beachtenswerth[2]). Eine mit Glycerin versetzte Lösung von arabi-

---

[1]) Chr. Fabian (1860) fand den Gefrierpunkt wässriger Lösungen von Glycerin:

Gewichtsprocente an Glycerin:	Gefrierpunkt nach R.
10	— 1°
20	— 2°
30	— 5°
40	— 14°
45	— 21°
50	— 25 bis 27°
60—94	bei — 28° noch nicht gefrierend.

[2]) Im South-Kensington-Museum in London sah ich in Glycerin geschwellte und darin aufbewahrte Blößen zur Demonstration der Vorträge über Theorie der Lederbereitung.

schem Gummi und von Eiweiß conservirt sich lange Zeit, ohne zu verderben.

Erwähnenswerth ist die Anwendung des Glycerins zur Erzeugung von künstlichem Senföl (Schwefelcyanallyl). Durch die Einwirkung von Jodphosphor auf Glycerin bildet sich Jodpropyl, welches in weingeistiger Lösung mit Schwefelcyankalium zusammengebracht und destillirt, Senföl liefert:

Jodpropyl C_6H_5J	= 168,1	geben	Senföl C_6H_5, C_2NS_2	= 99
Schwefelcyankalium KC_2NS_2	= 97,2		Jodkalium KJ	= 166,3
	265,3			265,3

Durch eine Mischung von Salpetersäure und Schwefelsäure wird das Glycerin in Nitroglycerin (Knallglycerin, Glonoïn) übergeführt. Sobrero giebt zur Darstellung dieses interessanten Körpers folgende Vorschrift: Zu einem gekühlten Gemisch von 200 Kubikcentim. Schwefelsäure von 66° und 100 Kubikcent. Salpetersäure von 50° setzt man etwa 50 Kubikcent. Glycerin von Syrupconsistenz. Das Glycerin löst sich sofort in dem Säuregemisch auf: kurz nachher trübt sich die Flüssigkeit und scheidet auf der Oberfläche eine gelbliche Schicht des Knallglycerins ab, das durch Waschen mit Wasser von aller Säure befreit und zuletzt unter dem Recipienten einer Luftpumpe getrocknet wird. Es hat ein spec. Gewicht von 1,60, ist geruchlos und von schwachgelber Farbe; es besitzt einen süßlichen Geschmack und wirkt äußerst giftig. Bei —20° ist es noch flüssig; auf Papier macht es einen Oelfleck. In Wasser ist es unlöslich, leicht löslich in Alkohol und Aether. Es ist nicht flüchtig. Erhitzt man einen Tropfen davon auf einem Platinblech allmälig, so zersetzt es sich unter Entwickelung von salpetrigen Dämpfen. Erhitzt man eine kleine Menge Knallglycerin hastig bis zu dem Punkte, bei welchem die Zersetzung beginnt, so findet dieselbe statt unter heftiger Explosion. Ein Tropfen von einigen Decigrammen Gewicht bewirkt einen Knall ähnlich dem eines Flintenschusses. Der Versuch kann völlig gefahrlos angestellt werden, wenn man einen Tropfen Knallglycerin auf ein Uhrglas bringt und dasselbe mit einem rothglühenden Metallstabe berührt. Das Knallglycerin explodirt auch durch Stoß; ein Tropfen auf einem Ambos gebracht und mit einem Hammer geschlagen, zersetzt sich mit großer Heftigkeit und verwandelt sich dabei vollständig in gasige Producte. Das Knallglycerin gehört mithin zu der nicht großen Zahl flüssiger explosiver Körper.

Seitdem das Glycerin technische Anwendung gefunden, ist es häufigen Verfälschungen ausgesetzt. Man prüft es nach Cap auf folgende Weise:

Es muß einen rein süßen Geschmack besitzen, darf Lakmus nicht röthen, muß sich in seinem gleichen Volumen Alkohol, welcher 1 Proc. Schwefelsäure enthält, auflösen ohne einen Niederschlag zu geben, was beweist, daß es keine Kalksalze enthält. Mit Wasser verdünnt und mit einer Lösung von Aetzkali oder Aetznatron erhitzt, darf es sich, wenn rein, nicht färben, während ein Zusatz von 1 Proc. Traubenzucker schon eine braune Färbung hervorrufen würde[1]).

[1]) Die Menge der beigemengten Zuckerlösung sucht J. J. Pohl (1861) mittelst des Polarisationsapparates zu ermitteln.

Die Lampenbeleuchtung [1]).

§. 207.

Allgemeines und Geschichtliches.

Die Lampe diente schon in den ältesten Zeiten und zwar weit früher als die Kerze zu Beleuchtungszwecken. Man schreibt ihre Erfindung den alten Aegyptern zu. Von Griechenland und Rom aus verbreitete sich ihr Gebrauch im übrigen Europa. Die antiken Lampen waren nur aus Terra cotta. Da diese Lampe jedoch durch die Völkerwanderung verloren ging und im Mittelalter die Erfindung der Talg- und Wachslichter die Aufmerksamkeit von den Lampen ablenkte, so kannte man bis zu Ende des 18. Jahrhunderts nur gemeine Lampen von Blech, Kupfer und Zinn. Ist nun auch nicht zu verkennen, daß, was die künstlerische Vollendung der Form der Lampen betrifft, die Griechen und Römer die moderne Zeit bei weitem übertrafen, obgleich derartige Lampen, technologisch betrachtet, die unvollkommenste Construction darboten, so ist es doch als ausgemacht zu betrachten, daß, wenn man von einigen, im 17. und 18. Jahrhundert auf empirischem Wege gefundenen Verbesserungen in der Lampeneinrichtung (so von der Einrichtung des Glascylinders durch den Pariser Apotheker Quinquet und die Erfindung der runden und hohlen Dochte durch Argand im Jahre 1786) Umgang nimmt, erst mit der Ausbildung der Chemie, namentlich der Aufstellung einer begründeten Theorie der Verbrennung und der Beleuchtung,

---

[1]) Die Literatur über Lampenbeleuchtung ist äußerst reich, doch zum großen Theile veraltet; das Neuere über die Construction der nach richtigen Principien eingerichteten Lampen namentlich der Solaröl- und Photogenlampen findet sich in Wagner's Jahresbericht 1855 bis 1863. — Geschichtliche Notizen über die älteren Lampen findet man in Poppe, Geschichte der Technologie, Göttingen 1811; Bd. III p. 3—22.

mit der Anwendung physikalischer Principien auf Oelzufuhr in den Lampen und Bestimmung der Lichtstärke der Lampenflamme, mit dem Aufkommen der Oelraffination und somit der Beschaffung eines neuen Leuchtstoffes und endlich mit dem Entstehen der Solaröl- und Petroleumindustrie die Construction einer normalen Lampe, freilich oft unter Nichtberücksichtigung der Form, möglich war. Alle Lampen, die wir heutzutage in den Salons der höheren Stände, in den Läden und Werkstätten der Bürger und in den Dörfern wohlhabenderer Gegenden finden, gehören daher sämmtlich der neuesten Zeit an. In wenigen Industriezweigen ist der enorme Einfluß des Fortschrittes der auf Naturwissenschaft und Mechanik basirten Gewerbe für die jetztlebende Generation so augenfällig, als in der Lampenfabrikation. Vor 20—25 Jahren noch war in Deutschland fast allgemein die nach unsern heutigen Begriffen ans Ungeheuerliche streifende Kranzlampe die hauptsächlich eingeführte. An ihre Stelle trat bald die Sturzlampe und gegen das Jahr 1850 die Camphinlampe, wenn nicht die aus Frankreich stammenden Regulatoren und Moderatoren den Vorzug erhielten. In den fünfziger Jahren begann ein Kampf, einerseits der Oellampen unter sich, andererseits des Gaslichtes gegen die Oellampe. Dieser Kampf ist heute noch nicht beendigt und wird um so sicherer zum Nachtheile der mit Oel gespeisten Lampe ausschlagen, als in der Solaröl- und Petroleumlampe neue und mächtige Gegner aufgetreten sind, die schon an vielen Orten und in Localen, wohin das Gas bisher noch nicht dringen konnte, die Brennölbeleuchtungsapparate zum Wohle der Allgemeinheit und im Interesse des Comforts siegreich und wol für alle Zeiten aus dem Felde geschlagen haben.

Betrachten wir die Lampe vom allgemeinsten Standpunkte aus, so treffen wir an ihr dieselben Theile, die wir an der Kerze wahrnehmen, nämlich das Leuchtmaterial und den Docht. Bei der Lampe wie bei der Kerze ist das Leuchtmaterial flüssig und der Unterschied besteht nur darin, daß in der Kerze und zwar in dem oberen Theile (der Vertiefung mit dem Dochtende) die Fettsubstanz (Stearinsäure, Talg oder Paraffin) im geschmolzenen Zustande gebrannt wird, während in den Lampen das Leuchtmaterial in bei gewöhnlicher Temperatur flüssigem Zustande sich befindet und deshalb ein Gefäß, ein Reservoir erforderlich macht, welches den flüssigen Leuchtstoff enthält und ununterbrochen und möglichst gleichmäßig die Flamme mit Material speist. In der verschiedenen Art des als Leuchtstoff verwendeten Körpers — ob Rüböl, ob Solaröl, ob Petroleum — in der verschiedenen Form des Dochtes und der Art der Luftzufuhr zu der Flamme — ob ohne, ob mit Zugglas, in der Form des Oelbehälters, seiner Lage in Bezug auf den Docht und der Art seiner Anbringung und endlich und hauptsächlich in der Art und

Weise der Zuführung des Leuchtstoffes zu der Stelle des Dochtes, wo die Verbrennung vor sich gehen soll — ob nur durch die Capillarität des Baumwolldochtes, ob in Verbindung mit hydrostatischem oder sonst auf mechanischem Wege hervorgebrachten Drucke, alles dies, aber auch nur dies bedingt die große Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit, die wir in den Lampenconstructionen antreffen.

§. 208.

Die Leuchtmaterialien, die bei der heutigen Sachlage der Lampenfrage in Betracht kommen, sind raffinirtes Rüböl (vergl. Bd. III p. 830), Solaröl (vgl. Bd. V p. 426) und Petroleum, welche letztere indessen, vorausgesetzt, daß das Petroleum durch fractionirte Destillation von dem flüchtigern Antheile befreit wurde, in Bezug auf Lampeneinrichtung und Leuchtkraft sich ganz gleich verhalten. Rüböl und Solaröl unterscheiden sich in Bezug auf ihre Eigenschaften als Leuchtmaterial dadurch von einander,

1) daß das Rüböl bei gewöhnlicher und selbst bei bis über 100° gesteigerter Temperatur nicht verdunstet (es ist daher geruchlos), auch sich nicht entzünden läßt. Erst wenn eine solche Erhitzung des Oeles stattgefunden hat, daß die Producte der trocknen Destillation sich bilden, wozu beiläufig 200° gehören, findet eine Entzündung und ein Verbrennen des Oeles statt. Das Solaröl, selbst das „geruchlose" der Fabriken besitzt dagegen einen Geruch und verliert beim Stehen an der Luft nach und nach an Gewicht; bei höherer Temperatur verdampft es und kann unverändert destillirt werden, bei noch höherer Temperatur vergast es und geht zum großen Theil in Elaylgas über;

2) das Rüböl besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff und ist nach der Formel $C_{20}H_{18}O_4$ zusammengesetzt. Bei der trocknen Destillation, die das Rüböl in dem Dochte unmittelbar unter der Flamme erleidet, zerfällt es in Elaylgas und Kohlensäure:

$$\text{Rüböl } 2\,C_{20}H_{18}O_4 = 340 \text{ geben} \begin{cases} 9 \text{ Aequiv. Elaylgas } 9\,C_4H_4 = 252 \\ 2 \quad " \quad \text{Kohlensäure } 2\,C_2O_4 = 88 \end{cases}$$

$$\overline{340}$$

25,8 Proc. vom Gewicht des Rüböles tragen also nicht nur nichts zur Leuchtkraft der Flamme bei, sondern berauben auch noch (wie Seite 310 auseinandergesetzt worden ist) die Hälfte des Volumens vom Volumen der Kohlensäure an Elaylgas der Leuchtkraft. Das Rüböl im raffinirten Zustande verbrennt in einer zweckmäßig construirten Lampe nur in vergaster Form und

vollständig zu den geruchlosen Verbrennungsproducten Kohlensäure und Wasser;

3) das Solaröl ist (vergl. S. 429) ein Gemenge verschiedener Kohlenwasserstoffe, höchst wahrscheinlich der höheren Glieder der Reihe, von welcher das Sumpfgas das erste ausmacht, mit den höheren Gliedern der Benzolreihe, und sauerstofffrei. Es beginnt bei 250° zu sieden und zerfällt bei höherer Temperatur in gasige Producte (Sumpfgas und Elaylgas) und in sich ausscheidenden Kohlenstoff. Der Kohlenstoffgehalt des Solaröles ist weit größer als der des Rüböles, daher verbrennt das erstere auch in freier Luft mit rußender Flamme, die aber sofort in eine fast blendendweiße, stark leuchtende übergeht, wenn man durch Aufsetzen eines Zugglases und dadurch vermehrte Luftzufuhr für die Verbrennung des Ueberschusses an Kohlenstoff sorgt. Während, wie bereits bemerkt, das Rüböl nur in vergaster Gestalt zur Flamme gelangt, kommt das Solaröl, und der ihm durchaus ähnlich constituirte minder flüchtige Theil des Petroleums, zum größten Theil dampfförmig in die Flamme. Es ist daher die Solaröllampe so zu construiren, daß die Verbrennung so vollständig als möglich geschehe und keine Spur des unangenehm riechenden Dampfes unverbrannt oder mindestens unvergast entweiche. Die Feuergefährlichkeit des Solaröles anlangend, so ist dieselbe bei sorgfältiger Behandlung der Lampen — gute Beschaffenheit des Solaröles vorausgesetzt, nicht viel größer als die des Rüböles;

4) das Rüböl ist ein fettes und schmieriges Oel, das Solaröl nicht; gewisse Lampenconstructionen wie z. B. die Uhrlampen und Moderateurlampen, in welchen das Oel durch den Druck eines Kolbens dem Verbrennungsort zugeführt wird, eignen sich, weil nur das fette Oel, nicht aber das Solaröl die Liederung des Kolbens schlüpfrig und öldicht macht, nicht für Solarölbeleuchtung.

§. 209.

Unabhängig von der Art des Leuchtstoffes, sei derselbe Rüböl oder Solaröl, soll die Construction einer normalen Lampe der Art sein,

1) daß sie das Maximum von Licht und dasselbe zwar innerhalb einer bestimmten Zeit (3 bis 8 aufeinander folgende Stunden) möglichst gleichförmig spende. Diese Bedingung, eine Folge der vollständigen und in gleicher Intensität fortdauernder Verbrennung des Leuchtmateriales kann nur erfüllt werden,

α) bei Anwendung von gereinigtem Leuchtmaterial,

β) bei Anwendung eines Dochtes von gleicher Stärke,

γ) bei möglichst gleichmäßiger Zufuhr des Leuchtstoffes zur Flamme,

δ) bei genügender Erhitzung an der Stelle, wo die Verbrennung stattfindet, damit die Vergasung vollständig vor sich gehe;

ε) durch die Regulirung der Zufuhr von Luft. Eine zu geringe Luftmenge giebt oft eine rußende Flamme, eine zu große Luftzufuhr erniedrigt die Temperatur und giebt gleichfalls dadurch zur Abscheidung von Ruß und Bildung von übelriechenden Producten der Destillation Veranlassung, abgesehen davon, daß selbst vollständige Verbrennung vorausgesetzt, zu viel Luft die Leuchtkraft der Flamme beeinträchtigt;

ζ) durch die Möglichkeit der Regulirung der Flammengröße;

2) daß das entwickelte Licht auch möglichst zweckmäßig benutzt werde.

Die bekannten Lichtschirme und Reflectoren sind hier als wesentliche Unterstützungsmittel der Beleuchtungszwecke zu nennen.

Das Reservoir für den Leuchtstoff muß ferner der Art angebracht sein, daß einestheils sein Schatten nicht störend auf die zu beleuchtenden Gegenstände wirkt, anderentheils der Schwerpunkt der Lampe in keiner ihren Gebrauch beeinträchtigenden Weise verrückt wird.

§. 210.

Eintheilung der Lampen.

Wenn man die Art und Weise, nach welcher das Leuchtmaterial mittelst des Dochtes zu der Stelle gelangt, wo die Verbrennung vor sich geht, als Eintheilungsgrund gelten läßt, so kann man sämmtliche Lampen unterscheiden als:

I. Sauglampen, in welchen der Leuchtstoff allein durch die Capillarwirkung des Dochtes aus dem etwas tiefer liegenden Reservoir an das Dochtende gelangt; je nach der Lage des Oelreservoirs zum Dochte kann man die Sauglampen eintheilen

α) in solche, bei welchen das Reservoir ungefähr in gleicher Höhe liegt mit der Flamme des brennenden Dochtes; hierbei sind folgende zwei Fälle zu unterscheiden, nämlich

a) der brennende Docht befindet sich im Oelreservoir selbst (Küchenlampe, antike Lampe), oder

b) Oelreservoir und Brenner sind von einander getrennt und zwar ist

1) das Reservoir seitlich vom Brenner, oder

2) das Reservoir geht — wie bei der Kerzenlampe — ringförmig um den Docht herum;

β) in Lampen, bei welchen das Reservoir für das Oel höher liegt als der Brenner (Lampen mit Sturzflasche).

II. Drucklampen, bei welchen neben der Capillarität des Baumwolldochtes noch eine mechanische oder physikalische Vorrichtung thätig ist, um dem Dochte das Leuchtmaterial zuzuführen. Der Oelbehälter ist bei allen Drucklampen im Fuße der Lampe. Nach der Art der Vorrichtung, die das Oel zum Dochte treibt, zerfallen die Drucklampen

α) in aërostatische, bei welchen das Princip des Hervorbrennens Anwendung findet. Es wird in das geschlossene Oelreservoir Luft eingepreßt, welche in Folge ihres Bestrebens, sich mit der äußeren Luft ins Gleichgewicht zu setzen, auf das Oel drückt und dasselbe in einem Steigrohr dem Brenner zuführt;

β) in hydrostatische Lampen, auf das Princip der communicirenden Röhren sich stützend, nach welchem die Höhen im Gleichgewicht befindlicher Flüssigkeiten von verschiedenem specifischem Gewicht in communicirenden Röhren im umgekehrten Verhältnisse zum specifischen Gewichte stehen. Die Flüssigkeit, welche dem Oel in der Lampe das Gleichgewicht halten und bewirken soll, daß der Brenner ununterbrochen mit der erforderlichen Oelmenge versehen werde, muß specifisch schwerer sein als das Oel;

γ) in statische Lampen, bei welchen das Oel aus dem unteren Behälter durch das Gewicht eines festen Körpers (z. B. Bleigewicht) oder durch den directen (nicht durch mechanische Vorrichtung bewirkten) Druck eines in dem Oelreservoir abwärts gehenden Kolbens ausgetrieben und zum Aufsteigen nach dem Brenner gezwungen wird;

δ) in mechanische Lampen, in welchen das Oel aus dem Oelreservoir einfach entweder

a) durch eine Pumpe, welche durch ein uhrwerkähnliches Räderwerk in Thätigkeit gesetzt wird (Carcel's Uhr- oder Pumplampe) oder

b) durch den Druck einer sich ausdehnenden Spiralfeder (Moderateur- oder Federlampe) zu dem Brenner gehoben wird.

Die mechanischen Lampen haben meist noch das Charakteristische, daß dem Dochte das Oel in größerer Menge, als er zu consumiren vermag, zugeführt wird; der nicht zur Verbrennung kommende Theil tropft ab und wird in einem besondern Sammler aufgefangen.

An die vorstehenden, auf Rüböl eingerichteten Lampen schließen sich an

III. die Solaröl- und Photogenlampen, die stets Sauglampen von solcher Einrichtung sind, daß der Behälter für den Leuchtstoff stets unmittelbar unter dem Docht und in der Axe des Brenners sich befindet. Das geringere specifische Gewicht und die dünnflüssigere Beschaffenheit der hier in Betracht kommenden Leuchtmaterialien (Solaröl, Camphin, Petroleum) kommt der Capillarwirkung des Dochtes wesentlich zu Hülfe und macht alle Druckvorrichtungen, so lange es sich um Lampen für Zimmerbeleuchtung handelt, überflüssig.

IV. Die Sicherheitslampen.

§. 211.

Ehe wir nach vorstehender Eintheilung die einzelnen Lampen selbst beschreiben, schicken wir noch einige Bemerkungen über die Tülle oder den Brenner, über den Docht und endlich über die Zuggläser voraus.

Was zunächst die Dochte betrifft, so kann man drei Arten derselben unterscheiden, nämlich

1) die Stab- oder Büscheldochte, welche aus einem Büschel parallel liegender, unter einander nicht verbundener Baumwollgarnfäden bestehen; sie sind die am längsten bekannten und werden bei Lampen noch immer angewendet. Bei ihnen findet der zum Brennen erforderliche Luftzutritt nur auf der äußeren Oberfläche der Flamme statt, in deren innerem Raume daher keine Verbrennung, sondern nur eine Verdampfung und theilweise Zersetzung des Leuchtstoffes vor sich geht. Die mit der Anwendung der Büscheldochte unausbleiblich verbundene Folge ist eine unvollständige Entwickelung des Leuchtvermögens und das damit zusammenhängende Qualmen der Flamme. Dieser nachtheilige Umstand tritt um so minder grell hervor, je dünner der Büscheldocht ist; aus diesen Gründen sind die Büscheldochte die unvollkommensten Dochte und werden bekanntlich nur noch bei Küchenlampen und ähnlichen billigen Lampen geduldet, bei welchen die Einfachheit der Construction und die Wohlfeilheit des Apparates, allerdings mit Unrecht, wenn man den geringen Lichteffect und den großen Oelverbrauch ins Auge faßt, ihre Beibehaltung veranlaßt.

2) Die platten oder Banddochte (zuerst im Jahre 1783 von Léger in Paris angewendet), welche wie die Bänder auf dem Handstuhle der Bortenwirker oder auch auf dem Mühlstuhle (vergl. Bd. IV p. 305) verfertigt werden, haben glattes oder häufiger geköpertes Gewebe (die Kette ist 4 bis 6fach-locker gezwirntes, der Einschuß dagegen einfaches Baumwollgarn. Sie sind den Büscheldochten bei weitem vorzuziehen, weil sie eine

breite und dünne Flamme geben, mit welcher die Luft in genügende Berührung kommt. Mittelst der Banddochte läßt sich auch das Maximum des Lichteffectes erreichen, welches der Menge des consumirten Oeles entspricht. Da die bandartige Anordnung der Dochtfäden dem Dochte eine größere Breite giebt, die eine bestimmte Grenze nicht überschreiten kann, ohne Unbequemlichkeiten mancherlei Art nach sich zu ziehen, namentlich auch der Form der Lampe Eintrag zu thun, so ist die Anwendung des Banddochtes nur auf gewisse, und namentlich kleinere Lampen beschränkt. Die Banddochte leiden übrigens noch an der Unvollkommenheit, daß ihre breite und dünne Flamme dem Flackern und dem abkühlenden Einflusse der Luft im hohen Grade ausgesetzt ist, wodurch die Verbrennung gestört und der Lichteffect geschwächt wird; außerdem verbreitet sie die größte Lichtmenge nur nach den Breitseiten hin, ein für gewisse Beleuchtungszwecke nicht immer wünschenswerther Umstand. Die Banddochte werden, um sie steif und dadurch handlich zu machen, gewöhnlich mit Wachs getränkt (Wachsdochte); dadurch wird das Aufsteigen des Oeles in dem Baumwolldochte nicht gehindert, weil das Wachs im Dochte durch die Wärme der Flamme genügend weit schmilzt;

3) die runden oder hohlen Dochte (Röhrendochte), welche die Gestalt eines cylindrischen Schlauches besitzen, werden, gleich den Banddochten, auf Hand- oder auf Mühlstühlen gewebt. Sie sind in der That nichts anderes, als in der Kreislinie zusammengebogener Banddocht, wie denn auch nicht selten bei älteren und neueren Lampenconstructionen dem Banddochte durch Einsetzen desselben in einen entsprechend construirten Brenner eine mehr oder weniger starke Bogenkrümmung gegeben wird, welche vom Viertelskreise bis zum Halbkreise steigt. Es kommt ja auch vor, daß man den hohlen Docht durch Zusammenbiegen eines breiten Banddochtes, so daß dessen Kanten einander berühren, herstellt. Die runden oder hohlen Dochte halten die ihre Seele durchströmende Luft besser zusammen und drängen sie gegen die Flamme hin, wodurch die Verbrennung lebhafter und vollständiger und der höchste Lichteffect erzielt wird. Der die Verbrennung unterhaltende Luftstrom geht theils am äußeren Umkreise des Dochtes her, theils durch die Seele des Dochtes, weshalb man die Lampen mit hohlem Dochte (von Ami Argand aus Genf 1783 zuerst angewendet) auch Lampen mit doppeltem Luftzuge nennt. Die Flamme des hohlen Dochtes hat vor der des Banddochtes den Vorzug, daß sie weit weniger dem Flackern ausgesetzt ist und ihr Licht nach allen Richtungen hin gleichmäßig verbreitet. Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß eine allen Anforderungen der Naturwissenschaft und der Wissenschaft entsprechende Lampe, erst seit der Einführung des

hohlen Dochtes möglich geworden ist. Selbstverständlich ist der Durchmesser des runden Dochtes von großem Einflusse auf den durch die Flamme entwickelten Lichteffect; die Erfahrung hat in dieser Hinsicht gelehrt, daß ein Docht von 11 Millimeter (= 5 Pariser Linien) Durchmesser die Verbrennung des Oeles am vortheilhaftesten bewirkt; Dochte mit größerem und kleinerem Durchmesser erzeugen aus dem nämlichen Oelquantum eine etwas geringere Lichtmenge. Der Grund davon ist folgender: Der Luftzug in der Seele des Dochtes soll dasjenige Luftquantum durch den Docht führen, das zur vollständigen Verbrennung des von dem Docht aufgenommenen Oeles erforderlich ist: nicht weniger, weil es sonst der Flamme an Sauerstoff fehlen würde und auch nicht mehr, weil die überschüssige Luft ohne Zweck erhitzt wird und in Folge der hierdurch bewirkten Abkühlung den Verbrennungsproceß minder lebhaft macht, wodurch die Lichtentwickelung geringer wird. Ceteris paribus wächst nun das innerhalb einer bestimmten Zeit in dem Dochte aufsteigende Oelquantum im Verhältnisse des Umfanges, mithin des Durchmessers des Dochtkreises, der Querschnitt des inneren Luftzuges jedoch im Verhältnisse der zweiten Potenz jenes Durchmessers. Verhalten sich demnach bei zwei Dochten, von welchen der eine 10, der andere 20 Millimeter Durchmesser hat, die ölabsorbirenden und ölzersetzenden Dochtoberflächen wie 1 : 2, so stehen die die Seele des Dochtes durchziehenden Luftmengen, gleiche Geschwindigkeit der Luft vorausgesetzt, in dem Verhältnisse von 1 : 4.

In solchen Fällen, wo eine besonders große Lichtstärke erfordert wird, läßt sich das Princip der runden Dochte dadurch noch verbessert anwenden, daß man zwei, drei oder noch mehr solcher Dochte von verschiedenem Durchmesser concentrisch in einander setzt, so jedoch, daß zwischen je zwei Dochten ein ringförmiger Raum für den Luftzug offen bleibt. Arago und Fresnel haben eine solche Construction bei Leuchtthürmen empfohlen, die allerdings in einem kleinen Raume höchst intensive Lichtentwickelung gestattet; die Construction des Apparates ist aber complicirt und der Verbrauch an Oel steht nicht im Einklang mit der erzielten Lichtmenge.

§. 212.

Derjenige Bestandtheil der Lampe, welcher unmittelbar den Docht so enthält, daß stets nur das Dochtende in einer zum vollkommenen Brennen erforderlichen Länge hervorragt, wird die Dille (oder der Brenner) genannt. Damit steht fast bei allen Lampen eine mechanische Vorrichtung (die Winde) in Verbindung, welche die Bewegung des Dochtes in beiderlei Richtung bewirken soll.

Wenn in dem runden Dochte ein Mittel der verstärkten Zufuhr von Luft und zwar zu dem Innern der Flamme gegeben ist, so hat man zur Vermehrung der Luftzufuhr zu der Außenseite der Flamme ein Mittel in dem Zugglase, welches in der That nichts weiter als das Kaminrohr einer kleinen Feuerung, der Flamme ist. Bei Lampen, wie bei allen anderen Feuerungsanlagen ist die Herstellung eines passenden Luftzuges nöthig, damit die Flamme so viel Sauerstoff erhält, als zur Umwandlung des Leuchtmateriales in die letzten Oxydationsproducte gehört, andererseits aber nicht durch zu große Luftzufuhr zu sehr abgekühlt werde. An der Lampenflamme wie bei jeder anderen Feuerung ohne Gebläse findet der Luftzug durch das Aufsteigen der erwärmten Luft statt, in deren Stelle sofort die kältere Luft von unten her eintritt. Um diesem Zuge die erforderliche Stärke und Gleichmäßigkeit zu geben und vor der Vermengung mit den seitlich befindlichen nicht erwärmten Luftmassen zu bewahren, wendet man nun das Zugglas an, dessen Bau und dessen Dimensionen genau nach denselben Grundsätzen zu beurtheilen sind, wie die des Schornsteins der Oefen. Bei den Lampen treten jedoch so mannichfache Umstände, die nach der speciellen Lampe variiren, ein, daß eine Berechnung über die Weite und Höhe des Zugglases, so wie über die Richtung des Zuges, welche durch die Form des Cylinderglases gegeben wird, nicht ausführbar erscheint; dagegen ist man auf empirischem Wege in Betreff des Zugglases zu einigen Ergebnissen gelangt. Das Zugglas ist bei allen Arten von Lampen, selbst bei denen mit Büscheldochten vortheilhaft; bei Lampen mit Banddochten erlangt die bewegliche Flamme durch das Zugglas mehr Stetigkeit, doch ist der Nutzen bei dieser Art Lampen nicht so in die Augen fallend als bei den Lampen mit hohlen Dochten, deren innerer Luftzug ohne das Zugglas fast nicht in Anschlag zu bringen wäre, während der äußere Luftzug möglichst nahe an die Flamme und rings um dieselbe geleitet wird, weil die Gestalt der Flamme in Folge des runden Dochtes mit der Gestalt des Zugglases übereinstimmt, mithin der Glascylinder sehr eng gemacht werden kann, um nur die erforderliche Luftmenge, aber keinen Ueberschuß derselben aufzunehmen. Die Schnelligkeit des durch das Cylinderglas bewirkten Zuges ist im Allgemeinen um so größer, je enger und höher — innerhalb gewisser Grenzen — das Glas ist. Die Anwendung des Glases zu der Flamme ist verschieden, bald steht das Glas über der Flamme, so daß die Luft neben der Flamme unten in das Zugglas eintrete, bald ist es so angebracht, daß es mit seinem unteren weiten Theile die Flamme und auch einen Theil der Dille umgiebt, in welchem Falle die Luft weiter unten eintritt. Letztere Anordung verdient vor der ersteren den Vorzug, weil sie das Flackern der Flamme beim Bewegen der Lampe oder in

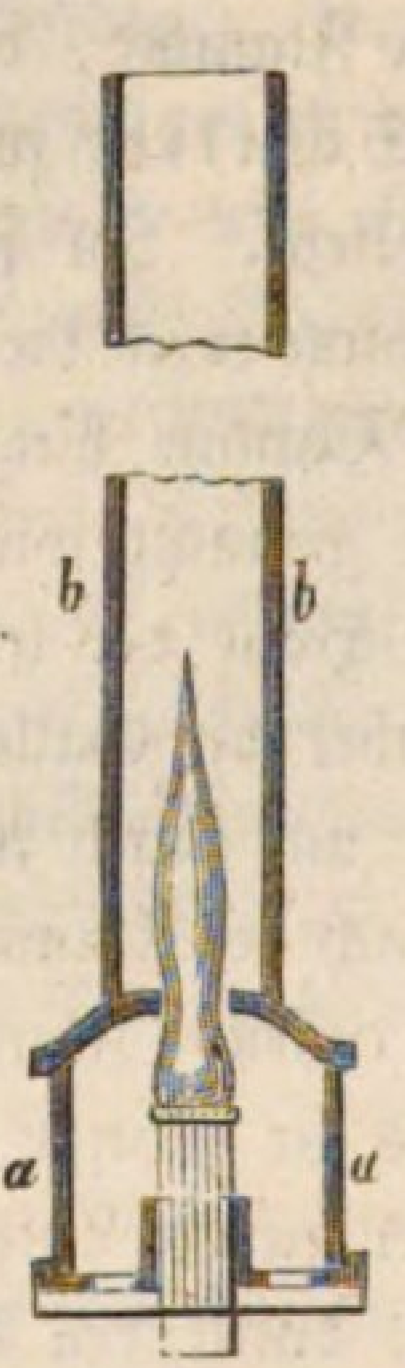
bewegter Luft unmerklich macht, und der Luftströmung eine gleichförmigere und für die Entwickelung des Lichteffectes vortheilhaftere Richtung anweist. Denjenigen Zuggläsern, die über der Flamme angebracht sind, giebt man Cylinderform, die dagegen, welche die Flamme umschließen, macht man am unteren Theile weiter und zieht sie in der Nähe der Flamme, durch eine runde Kröpfung, den sogenannten Bauch oder die Schulter zusammen, an welche sich nun der obere engere Cylinder anschließt. In Folge der Verengerung des Zugglases unmittelbar über der Flamme wird die Luft, so wie sie die Höhe der Flamme erreicht hat, gegen die Flamme hingetrieben, wodurch dieselbe verkürzt und zugleich stärker leuchtend gemacht wird. Die Stellung des Bauches zur Flamme in Bezug auf die Höhe der letzteren ist von Wichtigkeit; bei den besseren Lampensorten ist daher die Gallerie, auf welcher das Zugglas ruht, verschiebbar eingerichtet, um durch Auf- oder Niederschieben des Glases die Stellung des Bauches nach der Flamme regeln zu können. Eine in die Länge gezogene rothe und rußende Flamme wird sofort hell und kurz, wenn man dem Bauch des Glases die richtige Stellung giebt. Der Grund davon liegt einfach darin, daß der äußere Luftzug, der in dem weiten Theile des Zugglases vertikal aufsteigt, durch den Bauch in schräger, mitunter fast horizontaler Richtung abgelenkt und nach innen auf die Flamme zugetrieben wird.

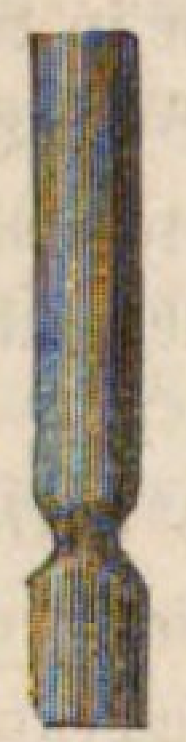
Die Anwendung des Principes, das der Wirkung der bauchigen Zuggläser zu Grunde liegt, ist noch weiter getrieben worden und zwar in Hinsicht auf den äußeren und auf den inneren Luftzug. Bei der Benkler-Ruhl'schen Lampe wird nämlich der äußere Luftzug horizontal einwärts abgelenkt und in die Flamme hineingetrieben, bei der sogenannten Liverpool-Lampe und auch bei gewissen Arten von Camphin- und Solaröllampen wird dagegen dem inneren Luftzuge eine horizontale Richtung nach außen gegeben und dadurch eine lebhaftere Verbrennung nebst davon herrührender größerer Lichtentwickelung hervorgerufen.

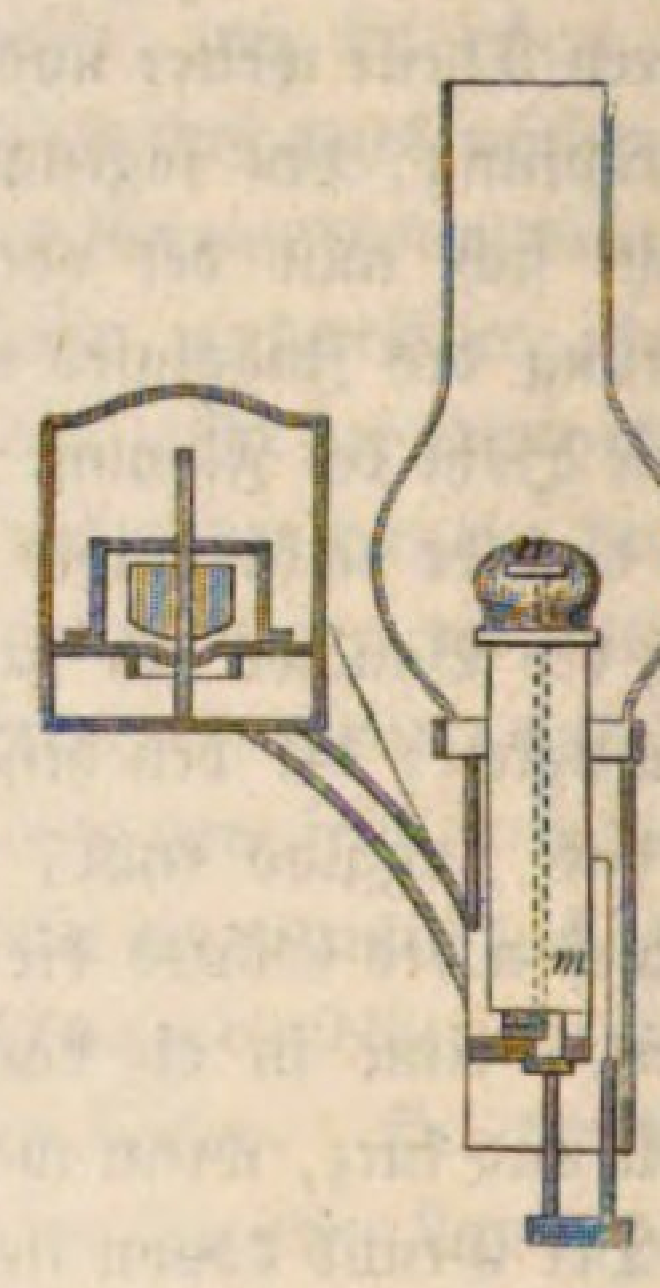
Der Cylinder der Benkler-Ruhl'schen Lampe (Fig. 133) besteht aus zwei Theilen a und b. Der weitere untere Theil a ist von Glas und mit einem etwas gewölbten Deckel von Blech versehen, welcher ein rundes Loch von der Größe des Dochtes hat; auf diesen Blechdeckel wird das eigentliche Zugglas b gesetzt. Indem die Flamme nun, wie aus der Zeichnung hervorgeht, gezwungen ist, durch das Loch in den Deckel hindurchzubrennen, drängt der äußere Luftzug, indem er unter dem Deckel horizontal gegen die Flamme anstößt und durch die Oeffnung im Deckel entweicht, den Flammenring zu einem langen dünnen Kegel zusammen, der sich durch große Lichtentwickelung auszeichnet. Später ist derselbe Zweck auf eine einfachere Weise

von Fries dadurch erreicht worden, daß der Blechdeckel ganz beseitigt, dagegen aber dem Glascylinder eine Einschnürung (Fig. 134) gegeben und

Fig. 133. Fig. 134. Fig. 135.







das Zugglas in solcher Höhe angebracht wurde, daß sich diese Einbiegung etwa $^1/_4$ bis $^1/_2$ Zoll über dem Dochte befindet.

Die Construction der Liverpool-Lampe unterscheidet sich, wie erwähnt, von der vorstehend erwähnten Lampe dadurch, daß, während bei der letzteren der äußere Luftstrom gegen die Flamme getrieben und dieser dadurch eine langgestreckte kegelförmige Gestalt ertheilt wird, bei der Liverpool-Lampe der innere Luftstrom horizontal gegen die Flamme schlägt. Das Eigenthümliche der Construction dieser Lampe besteht darin, daß in der Axe des runden und hohlen Brenners (Fig. 135) ein starker Draht m bis über die Mündung desselben geht, und etwa $^1/_4$ Zoll über dem Ende des Dochtes ein horizontales Metallscheibchen (von Eisen oder Messing) n, den sogenannten Nagel, ungefähr von dem Durchmesser des Dochtes trägt. Der innere Luftzug prallt von dieser Scheibe ab und wird von allen Seiten horizontal gegen die Flamme getrieben, welche dadurch eine tulpenförmige Gestalt erhält. Das Cylinderglas dieser Lampe hat am unteren Ende eine große kugelförmige Ausbauchung, welche die Entwickelung des Lichteffectes der Flamme noch mehr befördert.

Nach dem Vorschlage von Jobard soll man die Zuggläser an einer Seite nach einer geraden Linie spalten oder sprengen, indem ein solcher Cylinder nicht dem Zerspringen bei schneller Abkühlung ausgesetzt sei.

§. 213.

I. Sauglampen.

Zu den Sauglampen rechnen wir (vergl. Seite 525) alle diejenigen Lampen, in welchen das Oel durch die Capillarität des Dochtes (und nicht durch Druck oder sonst durch mechanische Hülfsmittel) aus dem etwas tiefer gelegenen Oelreservoir an das Dochtende gelangt. Je nach der Lage des Oelreservoirs zum Docht können die Sauglampen eingetheilt werden

α) in solche, bei welchen das Oelreservoir ungefähr in gleicher Höhe liegt mit der Flamme des brennenden Dochtes, wobei folgende zwei Fälle zu unterscheiden sind, nämlich
 a) der brennende Docht befindet sich im Oelreservoir selbst wie bei der Küchenlampe und antiken Lampe, oder
 b) Oelreservoir und Brenner sind von einander getrennt und zwar ist
  1) das Reservoir seitlich vom Brenner, oder
  2) das Reservoir geht wie bei den Kranzlampen ringförmig um den Docht herum;

β) in Lampen, bei welchen das Reservoir für das Oel höher liegt als der Brenner. Als Beispiel gelten die Lampen mit Sturzflasche.

Von diesen verschiedenen Arten von Sauglampen seien einige im Folgenden speciell beschrieben.

In der antiken Lampe (Fig. 136) liegt in einem langgestreckten offenen oder verschlossenen Oelgefäße ein Büscheldocht, welcher vorn am Schnabel entweder einfach durch eine runde Oeffnung oder von einer Blechdille gehalten wird. Diese Lampe ist bei aller Schönheit und Vollendung der Form eine höchst unvollkommene. Der hauptsächlichste Nachtheil dieser antiken Lampe wie der gewöhnlichen Küchenlampe (Fig. 137) liegt darin,

Fig. 136.



Fig. 137.



daß, weil mit dem Verbrauch das Niveau des Oeles sinkt, der Docht gezwungen werden soll, das Oel auf eine Höhe zu heben, die seine capillare

Kraft weit übersteigt; aus Mangel an Oelzufuhr wird daher die Flamme immer düsterer werden und endlich auslöschen. Dazu kommt noch, daß bei der Dicke des Büscheldochtes, die Menge des bei der Verbrennung zersetzten Oeles zu der Menge der zuströmenden Luft in einem höchst ungünstigen Verhältnisse steht; die Verbrennung findet daher nur unvollständig und unter Rußbildung statt. Uebrigens ist auch der Schatten, den das Oelreservoir wirft, ein großer Uebelstand dieser Art von Lampen. Bei einer andern Art von Küchenlampe, welche Fig. 138 in der Seitenansicht, Fig. 139 von oben gesehen, abgebildet ist, ist letztgenannter Uebelstand in ge-

Fig. 138.



Fig 139.



ringerem Grade vorhanden, weil durch den Schnabel die Entfernung des Oelbehälters von dem Brenner vergrößert oder der Winkel c a b weit spitzer wird.

Die sogenannte Wormser Lampe (Fig. 140 und 141), am Rhein längere Zeit hindurch im Gebrauch, zeichnet sich durch die Form des Dochtes t aus, der kein Büscheldocht, sondern ein flacher oder ein Banddocht ist; dadurch ist der Luftzutritt zu allen Theilen des sich zersetzenden Oeles so weit geregelt, daß eine vollständige Verbrennung stattfinden kann. Der Docht wird durch die flache Dille c festgehalten, welche in den Ring aus Blech d gelöthet ist. Letzterer liegt mit seinem umgebogenen Rande auf dem der Glaskugel auf, welche als Oelbehälter dient. Der Docht kann durch die Zähne eines Triebes e und e′, die den Docht gegen die Rückseite anklemmen, auf und abwärts gedreht und dadurch die Helligkeit der Flamme regulirt werden. Der Stiel a wird in ein Stativ oder in ein Leuchterrohr gesetzt. Ueber die Flamme wird gewöhnlich ein Zugglas gesetzt. Unge-

achtet der ziemlichen Verbreitung der Wormser Lampe ist in der Construction derselben ein Fortschritt nicht zu erkennen. Die Nachtheile der gewöhnlichen

Fig. 140.

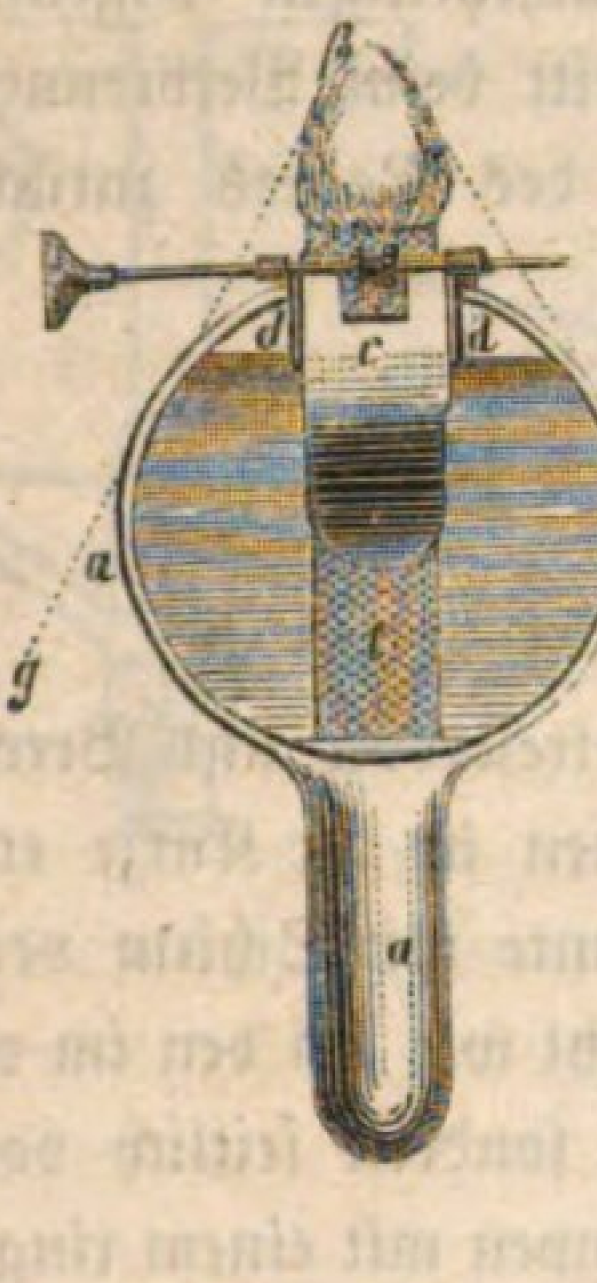
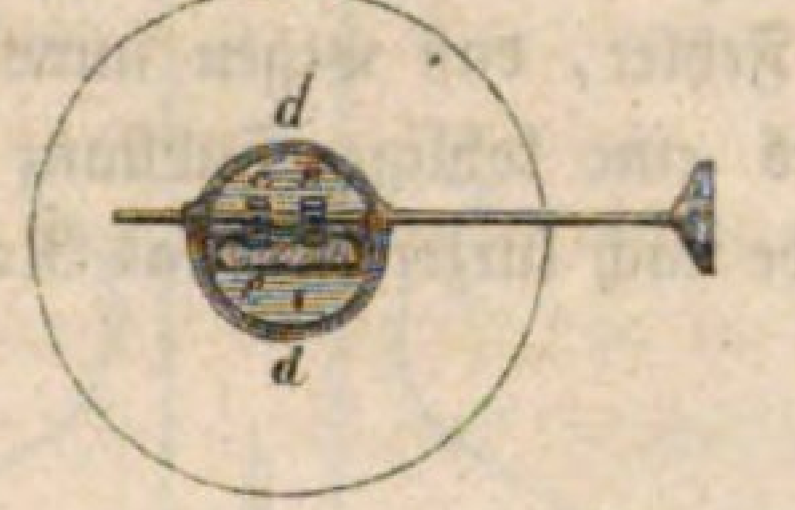


Fig. 141.



Küchenlampe, das Sinken des Oelniveaus und der Schatten des Oelbehälters sind auch bei ihr vorhanden.

Als Anhang zu den Sauglampen, bei denen der Docht in dem Oelbehälter selbst liegt, sei die Nachtlampe ohne Docht (Fig. 142) angeführt. Bei ihr ist die Capillarröhre des Baumwolldochtes durch eine Capillarröhre aus Glas oder Metall ersetzt. Sie besteht (so wie sie 1826 von dem Engländer Blackadder construirt wurde), aus einem Schälchen von Metall oder Glas a b, in dessen Mitte ein durch den Boden gehendes, an beiden Seiten offenes Röhrchen c festgemacht ist. Das Gewicht des Apparates ist von der Art, daß derselbe, auf die Oberfläche

Fig. 142.



von Oel gebracht, in diesem etwas tiefer einsinkt als das Oel hoch ist. Vor dem Anzünden steigt das Oel in dem Glasrohr c durch die Haarröhrchenwirkung allein bis zu dessen oberer Mündung empor; durch das Anzünden aber wird die Capillarität aufgehoben und das Oel würde in dem Rohr nicht mehr in die Höhe steigen, wenn nicht durch das Gewicht des Apparates die Röhre c so weit unter das Oelniveau herabgedrückt würde, daß in Folge des Druckes der Oelsäule das Oel in dem Rohr zum Aufsteigen gezwungen wird. Dadurch nur ist es möglich, an der oberen Mündung des Rohres

die erforderliche Menge von Oel entzünden und zum Fortbrennen bringen zu können. Bei genauer Beobachtung des Vorganges in dem Rohr sieht man, daß das Oel unterhalb der oberen Mündung des Rohres, indem es mit den heißen Wänden in Berührung tritt, zersetzt wird und sich in brennbare Gase verwandelt. Diese Lampe hat neben anderen nachtheiligen Eigenschaften den Fehler, daß wegen unvollkommenem Luftzutritt beim Verbrennen des Oeles eine kohlige Substanz an der Mündung des Rohres zurückbleibt, welche nach kurzer Zeit das Rohr verstopft.

§. 214.

Von denjenigen Sauglampen, bei denen Oelreservoir und Brenner in ungefährer gleicher Höhe, aber getrennt sind, seien in der Kürze erwähnt die nicht mehr gebräuchlichen Lampen, die sogenannte mit Schirm versehene Studirlampe, bei welcher das Oelreservoir nicht wie bei den im vorigen Abschnitt erwähnten Lampen unter dem Dochte, sondern seitlich von dem Brenner ist, und die Kranzlampen, d. h. Lampen mit einem ringförmigen Oelbehälter, welcher zugleich meist zum Tragen des Lampenschirmes dient. Da es bei dieser Art Lampen, welche als Arbeits- oder Tischlampen Anwendung finden, auf Concentration des Lichtes auf einen verhältnißmäßig kleinen Raum ankommt, so umgiebt man die Flamme in passender Entfernung mit einem Schirme, welcher entweder alles Licht auf einen kleinen Raum unterhalb der Lampe zurückwirft, oder doch nur einen Theil hindurchläßt und den größten Theil durch Reflection concentrirt. Soll alles Licht möglichst vollständig reflectirt werden, so wählt man einen trichterförmigen Blechschirm, der inwendig weiß lackirt ist, im zweiten Falle ist der Schirm aus diaphanem Material (Milch- oder Beinglas, unglasirtem Porzellan, matt geschliffenem Glase, geöltem Papier, Taffet ꝛc.).

Bei den Astrallampen (Fig. 143), eine Erfindung von Bordier-Marcet (Paris 1809) ist die Gestalt des Kranzes, der als Oelbehälter dient, die eines niedrigen cylindrischen Ringes. Der unangenehme Schatten, der durch diesen Ring hervorgebracht wird, veranlaßte Parker (London 1819) zur Construction der Sinumbra-Lampe (Ohne-Schatten-Lampe), so genannt, weil bei derselben durch zweckmäßige Abänderung der Form des Kranzes und des Lampenschirmes der Schatten des ersteren auf ein Minimum reducirt wird. Der Kranz bildet bei diesen Lampen einen flachen, aber breiten Ring, dessen Flächen nach innen in eine Kante zusammenlaufen. Der Schirm bedeckt ferner die Flamme noch unterhalb des Kranzes, so daß

der ohnehin geringe Schatten des Kranzes durch Zerstreuung der Lichtstrahlen fast vollständig aufgehoben wird.

Fig. 143.

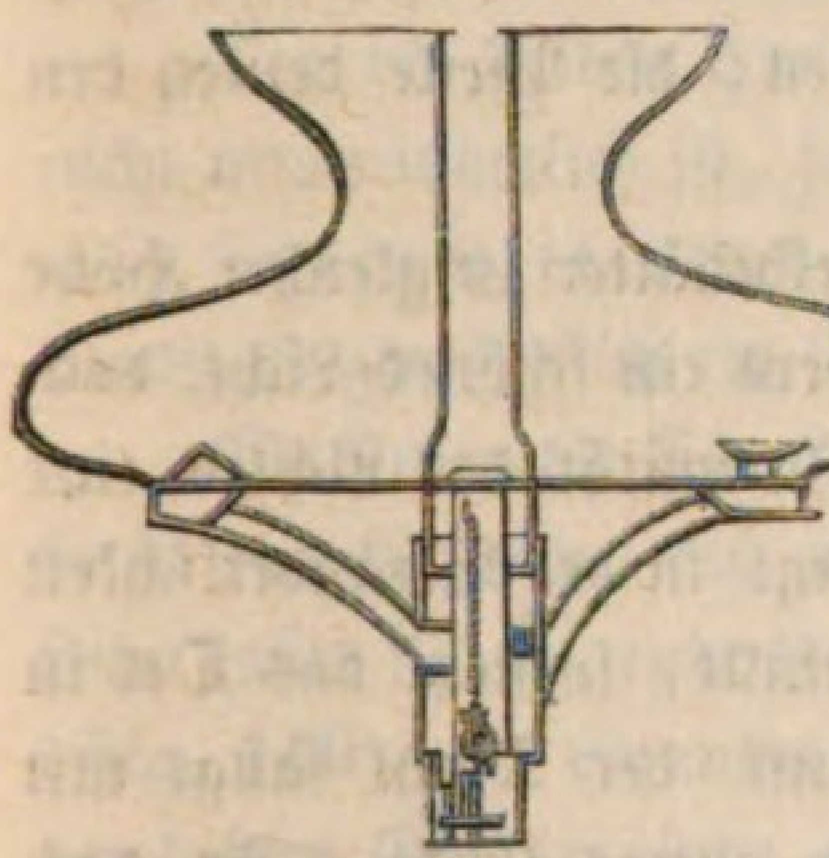
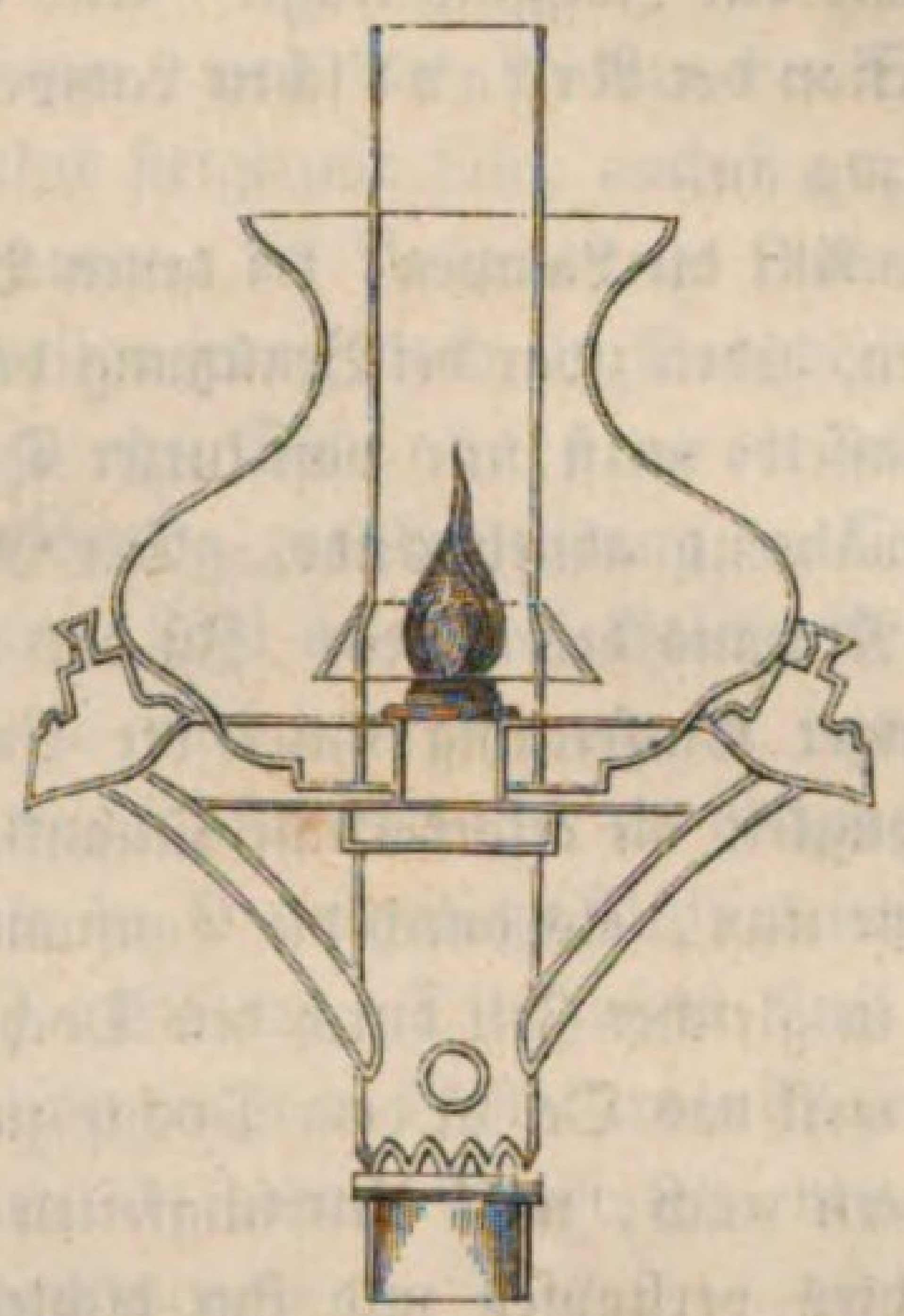


Fig. 144.



Wenn bei den sogenannten Studirlampen der flache Docht vorzugsweise Anwendung findet, so wird dagegen bei den Kranzlampen durchgängig der Argand'sche Brenner (vergl. Seite 528) benutzt. Dieser Brenner besteht

Fig. 145.

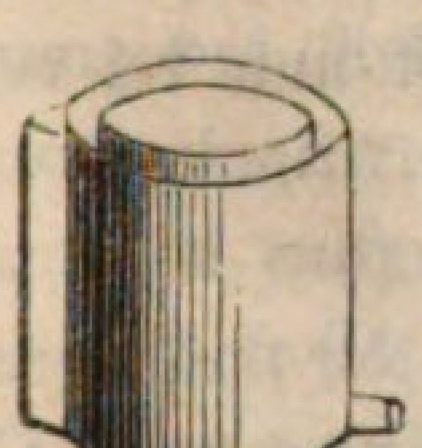


Fig. 146.

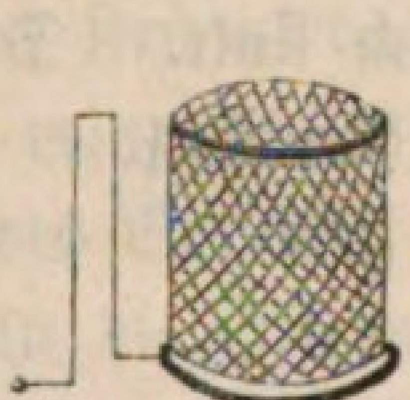


Fig. 147.

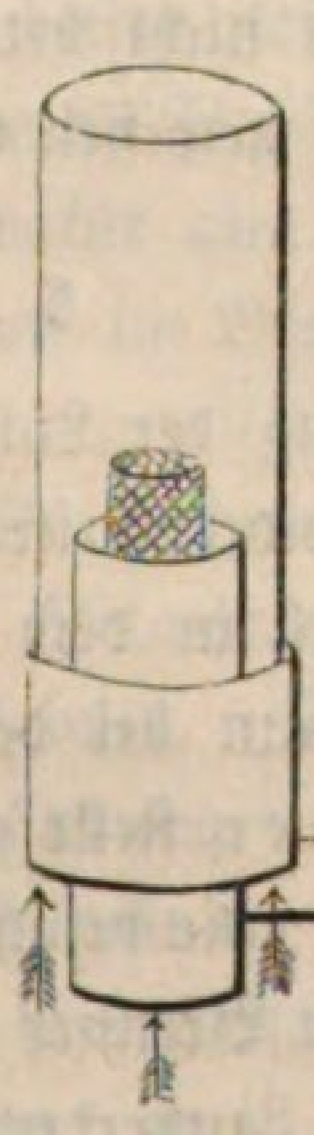
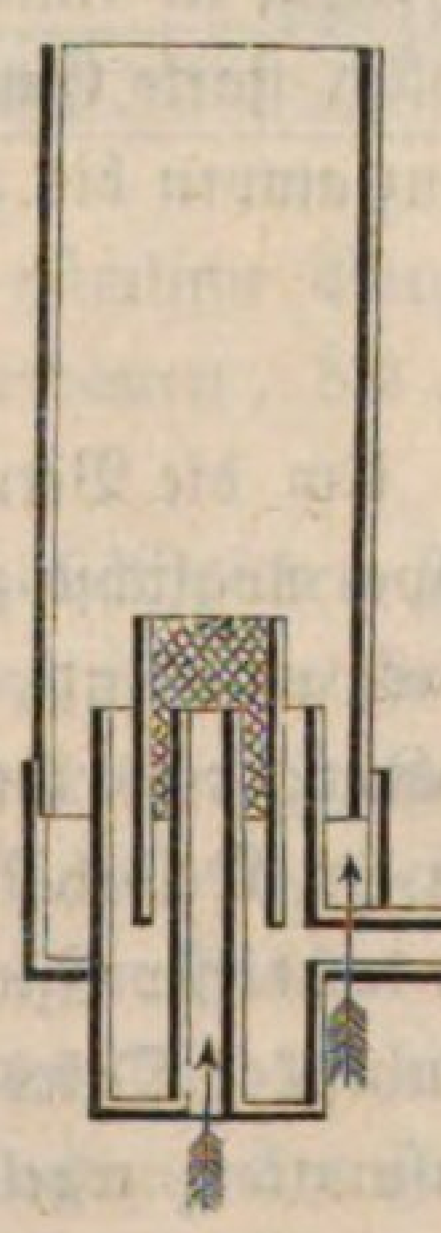


Fig. 148.



aus zwei concentrischen Cylindern (Fig. 145), zwischen welchen sich ein Ring befindet, der zum Festhalten des Dochtes (Fig. 146) dient. Der Raum

zwischen beiden Cylindern communicirt mit dem Oelbehälter. Durch einen zweimal gebogenen Draht, der mit dem Ringe, welcher den Docht hält, in Verbindung steht, kann der Docht auf- und abwärts bewegt werden. Mit diesem Apparate ist gewöhnlich ein durchbrochener Metallcylinder verbunden, welcher das Zugglas trägt. Aus den Figuren **147** und **148** wird die Construction der Argand'schen Lampen deutlich werden; die Pfeile deuten den Luftzug an.

Alle die Lampen, bei denen Brenner und Oelbehälter in gleicher Höhe liegen, geben zwar bei Benutzung des Arganbrenners ein schönes Licht, doch ist dasselbe meist nur von kurzer Dauer und die Intensität des Lichtes eine fortwährend abnehmende. Der Grund davon liegt in der Veränderlichkeit des Niveaus des Oeles. Ist das Oelreservoir gefüllt, so steht das Oel in geringer Entfernung unter der Brenneröffnung und der Docht saugt mit Leichtigkeit die erforderliche Quantität bis an sein oberes Ende. In dem Maße nun, als durch die Consumtion des Oeles dieses Niveau sinkt, wird das in gleicher Zeit durch den Docht aufsteigende Oelquantum geringer, nicht nur weil das Oel in dem Dochte zu einer größeren Höhe emporsteigen muß, sondern auch, weil Unreinigkeiten einen Theil der Capillaröffnungen des Dochtes verstopfen und ihn dichter machen. Da nun jetzt weniger Oel in die Flamme gelangt als vorher, so nimmt das Licht an Intensität ab und es verkohlt der obere Theil des Dochtes, wodurch die Capillaröffnungen verschlossen werden; die Flamme muß mithin endlich verlöschen. Um dieser nachtheiligen Veränderung der Flamme möglichst zu begegnen, ist es von Belang, das Oelreservoir dergestalt breit und niedrig zu machen, daß das Oel darin zu einer großen Oberfläche ausgebreitet ist, folglich selbst durch ziemlich starke Consumtion nicht beträchtlich sinkt. Dieß ist nun bei den Kranzlampen bis zu einem gewissen Grade der Fall.

§. 215.

Um die Verminderung der Lichtintensität während des Brennens der Lampe möglichst zu verhindern, ist es, wie aus dem Vorstehenden folgt, einfach genügend, das Oel in dem Brenner möglichst in gleicher Höhe zu erhalten; dies läßt sich nun bei den Sauglampen dadurch erreichen, daß man den Oelbehälter höher stellt als den Brenner. Selbstverständlich ist aber bei dieser Einrichtung eine besondere Vorrichtung erforderlich, welche die Zufuhr des Oeles zu dem Brenner nach Maßgabe der dort stattgehabten Consumtion regelt, weil außerdem das Oel aus dem Reservoir in den Brenner strömen und letzterer überlaufen würde. Die in Anwendung gekommenen Vorrichtungen der Art sind zweierlei, entweder ist

a) wie bei den Flaschen- oder Sturzlampen ein bewegliches Oelgefäß mit Selbstsperrung, oder

b) wie bei den Mariotte'schen Lampen ein feststehendes Oelgefäß mit Luftrohr, eine sogenannte Mariotte'sche Flasche vorhanden.

Der bei beiden Lampenarten, die man, weil das Niveau des Oeles nicht unveränderlich ist, sondern abwechselnd steigt und fällt, auch Lampen mit intermittirendem Niveau nennt, in Anwendung kommende Docht ist gewöhnlich ein Runddocht, zuweilen jedoch auch ein Banddocht.

Was nun die Flaschen-, Sturz- oder Schiebelampen betrifft, so ist das Princip, auf welches die Vorrichtung zur Regulirung der Oelzufuhr basirt ist, folgendermaßen auszudrücken. Läßt man zwei Gefäße B u. C (Fig. 149) mit einander communiciren, so wird, wenn man in das eine der beiden Gefäße einen mit Flüssigkeit angefüllten Behälter A bringt, der an seinem unteren Theile geöffnet ist, die in A befindliche Flüssigkeit ausfließen und die beiden Gefäße B und C anfüllen. Die äußere Luft tritt durch die Mündung des Gefäßes B ein und steigt in Gestalt von Blasen in dem Gefäße A in dem Maße in die Höhe, als daraus Flüssigkeit entweicht. Das Austreten der Flüssigkeit dauert aber nur so lange, bis das Ausgeflossene in dem Gefäße C hoch genug gestiegen ist, um die nach unten gekehrte Oeffnung der Flasche A zu verschließen. Ist nun die Flüssigkeit in A Oel und befindet sich in B ein brennender Docht, so wird es in Folge der Consumtion von Oel sehr bald geschehen, daß die Oeffnung des Reservoirs frei wird. Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, so dringt etwas Luft in die Flasche und ein entsprechendes Volumen Oel dafür aus. Der nämliche Vorgang wiederholt sich, wenn die Oelconsumtion im Brenner fortdauert, bis alles Oel aus der Flasche A ausgeflossen ist.

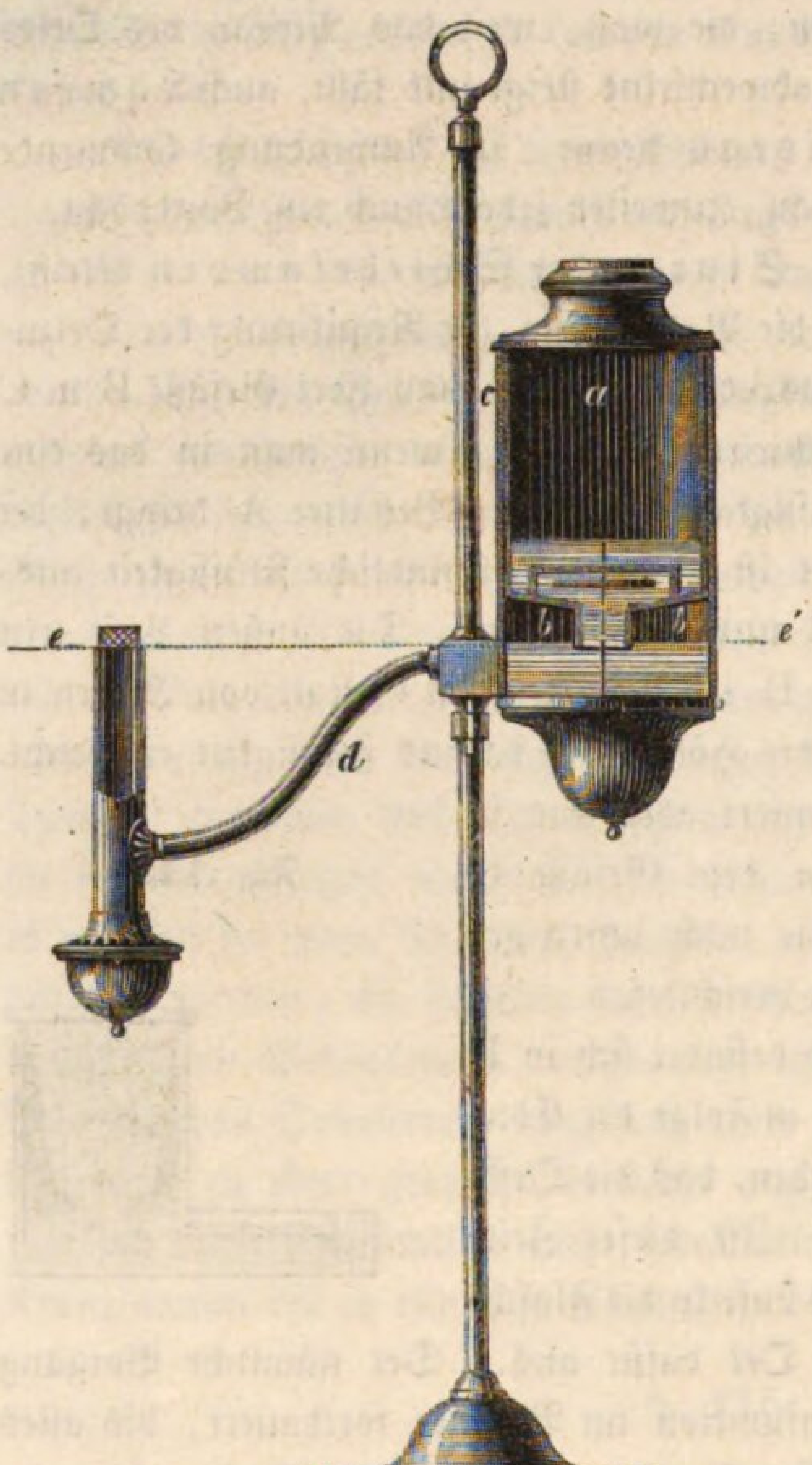
Fig. 149.



Fig. 150 zeigt den senkrechten Durchschnitt der gewöhnlichen Form einer Flaschenlampe (die Zeichnung ist Delaunay, Cours élémentaire de Mécanique, Paris 1852 p. 523 entlehnt). Das Oelreservoir ist eine bewegliche Blechflasche a und an ihrer Mündung durch ein Ventil verschießbar, welches, wenn die Flasche aufrecht d. h. mit der Mündung nach oben steht, die Oeffnung behufs der Füllung mit Oel freiläßt. Wird das Ventil an dem daran befestigten Theil aufgehoben, so ist die Mündung der Flasche verschlossen, und die Flasche selbst kann umgekehrt und in den Mantel bb eingesenkt werden. Hier wird nun durch den Stiel des Ventils, indem der-

selbe auf den Boden des Mantels aufstößt, die Mündung geöffnet und das Oel fließt aus der Flasche aus, bis es in b und in dem Brenner e so hoch gestiegen ist, daß es die Mündung der Flasche versperrt. Von nun an steht das Oel in den beiden Schenkeln der communicirenden Röhre bei e und e' im Gleichgewicht, da man die Oeffnung der Flasche a mit der Brennermündung e gleich hoch gerichtet hat. Auf diese Weise hat die Lampe in der That zwei Oelreservoirs, eines, welches den Docht unmittelbar speist, und das zweite, die Sturzflasche, welche den Zweck hat, das verbrauchte Oel im unteren Behälter von Zeit zu Zeit zu ersetzen, und das Oelniveau in b möglichst gleichmäßig zu erhalten. Eine kleine Seitenöffnung c in dem Mantel gestattet der äußeren Luft einzutreten, so daß die Oberfläche des Oeles in b dem gewöhnlichen Luftdruck ausgesetzt ist.

Fig. 150.



Die Flaschen- oder Sturzlampe hat den Nachtheil, daß, wenn mehr Oel in den Brenner fließt als consumirt wird, das Oel überfließt, was ein Verlöschen der Flamme und andere Unannehmlichkeiten zur Folge hat. Die übergroße Oelzufuhr kann hervorgerufen sein durch nicht vollständigen Verschluß der Sturzflasche oder durch zu starkes Neigen der Lampe. Ist die Sturzflasche nicht mehr ganz mit Oel angefüllt, so kann durch Ausdehnung der darin enthaltenen Luft ein Ueberfließen des Oeles stattfinden. Die Ausdehnung kann sein eine Folge von verändertem Luft-

druck (Fallen des Barometers) oder steigender Temperatur. Der Einfluß der Wärme ist der gewöhnlichere Fall. Wird z. B. eine Flaschenlampe mit halb angefüllter Flasche aus einem Zimmer in ein anderes gebracht, dessen Temperatur um 20° höher ist, so dehnt sich die Luft um nahe $^1/_{14}$ ihres ursprünglichen Volumens aus, drückt auf das Oel und drängt dieses aus der Flasche.

Die Mariotte'schen Lampen unterscheiden sich von den Sturzlampen dadurch, daß anstatt der beweglichen Sturzflasche eine feststehende Mariotte'sche Flasche vorhanden ist. Sie haben vor den Sauglampen den Vorzug, daß man nicht nöthig hat, das Oelreservoir von seinem Platze behufs des Einfüllens zu entfernen; das Füllen wird dadurch reinlicher und bequemer. Das Wesentliche der Einrichtung der Flasche (Fig. 151) ist aus Nachstehendem ersichtlich. Die communicirende Röhre, wie bei der Sturzlampe Oelreservoir und Brenner umfassend, ist aus Blech und überall luftdicht verschlossen, mit Ausnahme der drei Oeffnungen, nämlich der Oeffnung e, x und c, davon dient e zum Einfüllen des Oeles, wobei das nach dem Brenner führende Rohr durch den Hahn r abgesperrt sein muß; außer der Füllungszeit bleibt die Oeffnung e durch einen Pfropfen oder einen Kegel hermetisch verschlossen. Durch die zweite Oeffnung oben geht das Rohr a b, das in der Stopfbüchse x luftdicht oben verschiebbar befestigt ist; das Rohr reicht im Innern des Gefäßes bis zu einem Punkte hinab, der ein klein wenig niedriger liegt, als die obere Mündung des Brenners. Ist die Lampe frisch gefüllt, so steht das Oel im Gefäße und in dem Rohre a b im Niveau, und die im Oelreservoir etwa vorhandene Luft hat gleiche Dichte wie die äußere Luft. Oeffnet man nun den Hahn d, so fließt Oel in den Brenner und das Niveau des Oeles in dem Rohre a b wird bald bis zum unteren Ende des letzteren erniedrigt. Ist es nun so weit gesunken und sinkt das Niveau des Oeles in dem Brenner c in Folge der Consumtion daselbst

Fig. 151.

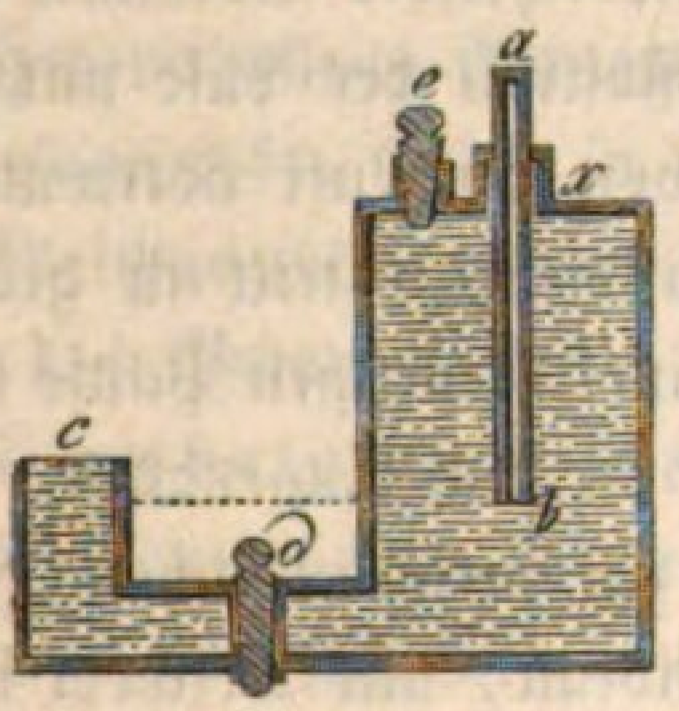
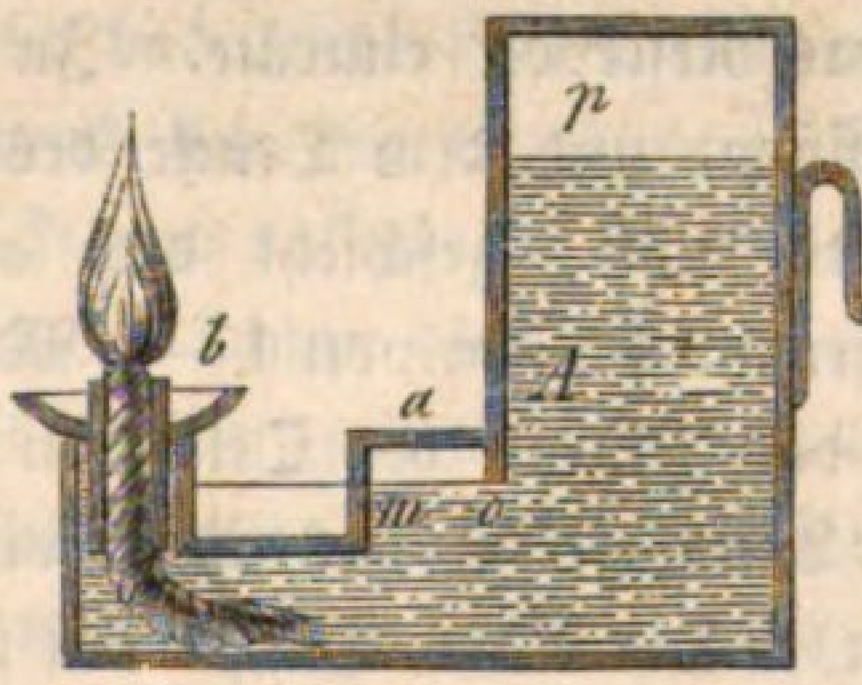


Fig. 152.



fortwährend, so wird das consumirte Oel sogleich durch das in der Flasche ersetzt, an dessen Stelle die Luft blasenweise durch b eintritt. Das Oelniveau bei c ist abhängig von dem Stande der Mündung b; der Zufluß des Oeles zum Brenner läßt sich demnach durch Auf- und Abschieben des Rohres a b reguliren.

Eine andere Construction dieser Lampe ergiebt sich aus Fig. 152. Diese Lampe wird durch Eingießen des Oeles bei a und zweckmäßige Neigung der Lampe gefüllt. In dem Brenner b befindet sich der Docht; in a und b steht das Oel bis m. Sinkt nun in Folge der Oelconsumtion das Niveau bei b, so sinkt es auch bei a. Ist es nun bis unterhalb der Wand o gesunken, so tritt Luft in das Reservoir A ein und sammelt sich oberhalb des Oeles bei p; dadurch steigt das Oel in b und a, bis die Wand o sich von neuem in Oel eingetaucht hat.

Die Lampe mit Sturzflasche, wie die Mariotte'sche Lampe, würden ein constantes Niveau im Brenner darbieten, wenn für jedes Oelpartikelchen, das durch den Docht verzehrt wird, sofort ein entsprechendes Volumen Luft in das Reservoir einträte. In Folge der Expansibilität der Luft und der Consistenz und dem Drucke des Oeles, welches von der Luft überwunden werden muß, geschieht dieß aber nicht, sondern die Luft tritt in großen Blasen in Pausen von 1—5 Minuten ein. In einer derartigen Pause sinkt nun das Niveau des Oeles im Brenner, bis es, in dem Augenblicke, wo eine Luftblase in das Reservoir dringt, wieder zur ursprünglichen Höhe steigt. Der Name Lampe mit intermittirendem Niveau, mit welchem man diese Art Lampen belegt hat, ist daher ein durchaus gerechtfertigter.

§. 216.

II. Drucklampen.

Die **Drucklampen** unterscheiden sich von den Sauglampen dadurch, daß das Oelreservoir nicht wie bei letzteren im gleichen Niveau oder höher als der Brenner, sondern **tiefer** angebracht ist. Bei allen Constructionen der Drucklampen ist der Oelbehälter **im Fuße** der Lampe und daher weit entfernt vom Brenner. Da die Capillarröhren des Dochtes das Oel auf eine so bedeutende Höhe nicht zu heben vermag, so ist bei jeder Drucklampe eine besondere Vorrichtung zum Heben des Oeles vorhanden, die dem Dochte das Oel in **größerer Menge**, als er zu consumiren im Stande ist, zuführt; der nicht zur Verbrennung kommende Theil tropft ab und wird in einem besondern Sammler aufgefangen.

Die Drucklampe, die als Salonlampe, sofern man sich noch des Oeles als Leuchtstoff bedient, fast alle anderen Lampenarten siegreich aus dem Felde geschlagen hat, ist, die Einfachheit des Mechanismus zum Zuführen des Oeles zum Brenner vorausgesetzt, in Bezug auf die Standfestigkeit, der äußeren Form, die sie zu mannichfacher und geschmackvoller Verzierung geeignet macht, der Beseitigung des Schattens, der Einfachheit des Füllens mit Oel, der Gleichförmigkeit der Oelzufuhr zum Brenner, der Unmöglichkeit des Ueberlaufens u. s. w., unstreitig die vollkommenste aller Oellampen.

Je nach der Art der Vorrichtung, welche das Oel zum Brenner hebt, unterscheidet man (vergl. Seite 526)

α) aërostatische Lampen,

β) hydrostatische Lampen,

γ) statische Lampen,

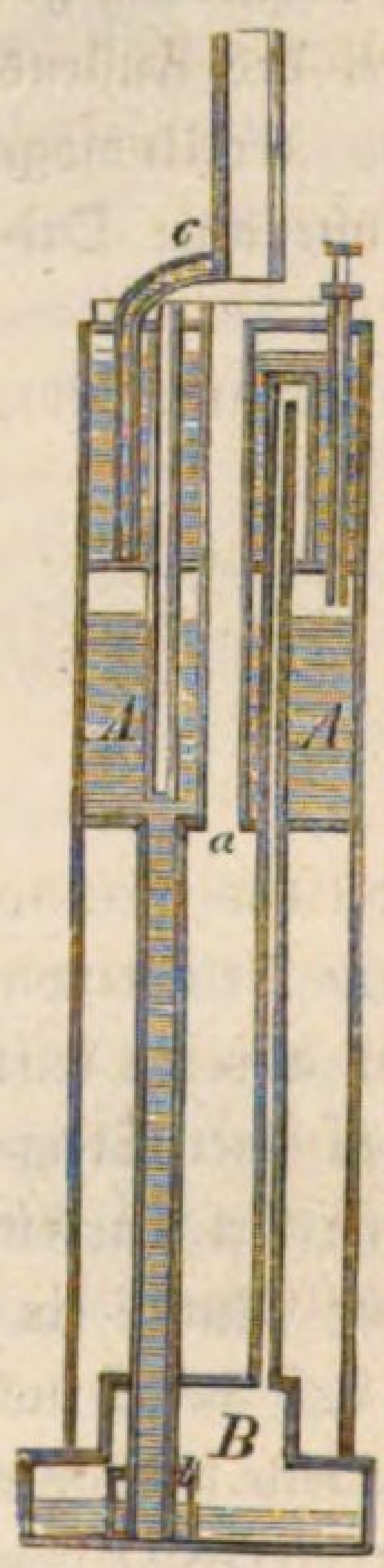
δ) mechanische Lampen.

α) Aërostatische Lampen. Bei diesen Lampen findet das Princip des Heronsballens Anwendung. Es wird in das geschlossene Oelreservoir Luft eingepreßt, welche in Folge ihres Bestrebens sich mit der äußeren Luft ins Gleichgewicht zu setzen, auf das Oel drückt und dasselbe in einer Steigröhre dem Brenner zuführt. Eine unvollkommene Lampe dieser Art war die 1816 von Leroy in Paris construirte, wobei die Luft mit dem Munde eingeblasen wurde; da hierbei in Folge der Ausdehnung der Luft der Druck nach und nach sich verminderte, so konnte das Oel nicht auf eine constante Höhe gehoben werden. An dem nämlichen Uebelstande litt die 1827 von Allard gebaute Lampe, in welcher die Luft mit Hülfe einer kleinen Compressionspumpe verdichtet wurde; man hatte es also bei dieser Lampe in der Hand, durch Nachpumpen die Luft in der Lampe zeitweilig wieder zu verdichten. Damit das Oel aber gleichmäßig und gleich hoch in dem Steigrohr gehoben werde, hätte die Kraft zur Verdichtung der im Oelreservoir eingeschlossenen Luft constant und gleichmäßig wirken müssen. Bei der von Parker im Jahre 1822 gebauten aërostatischen Lampe comprimirt eine Quecksilbersäule durch ihren Druck die Luft und veranlaßt dadurch das Oel zum Aufsteigen.

Eine sehr zweckmäßig construirte aërostatische Lampe ist die von Girard (Fig. 153), die später von Crivelli, Careau u. A. verbessert wurde. Sie hat ganz die Einrichtung eines Heronsbrunnens. Ungefähr in der Mitte zwischen dem Lampenfuß und dem Brenner befindet sich ein Oelreservoir, dessen Inhalt — das Drucköl — durch das Rohr a b in den hohlen Lampenfuß B herabführt, dort die Luft austreibt und sie in einen weiter oben befindlichen

Raum zu gehen veranlaßt. In letzterem Raume ist eine zweite Portion Oel — das Brennöl — vorhanden; dieser Raum ist bis auf einen Ausgang luftdicht verschlossen, durch welchen das Oel durch den Druck der verdichteten Luft nach dem Brenner c emporsteigt. Die auf diese Weise von der Luft getragene Brennölsäule ist gleich hoch wie die Säule des Drucköles, durch welche die Luft in das Brennölreservoir gepreßt wird. Durch weitere Vorrichtungen, deren nähere Beschreibung übergangen sei, bewirkt man, daß die zur Verdichtung der Luft dienende Druckölsäule gleiche Höhe behalte, damit dieselbe continuirlich durch neue Luftzufuhr den Grad der Verdichtung unverändert erhalte und das Oel in dem Grade, als es consumirt wird, zum Brenner emporhebe. Das Niveau des Oeles im Brenner, bleibt, theoretisch betrachtet, immer dasselbe. In der Praxis bemerkt man jedoch kleine Schwankungen, eine Folge davon, daß der Abfluß des Drucköles aus dem Reservoir B durch periodische Luftzulassung in den Behälter mit Hülfe eines Luftrohres erfolgt, mithin auch die Hebung des Brennöles mit Pausen erfolgt, während deren Verlauf das Niveau des Oeles im Brenner durch die Consumtion daselbst ein wenig sinkt, um hierauf sofort wieder auf den ursprünglichen Punkt zu steigen. Ein Uebelstand der aërostatischen Lampe liegt in dem Einflusse der Temperatur- und Druckverhältnisse der Atmosphäre. Abnehmende Temperatur und Steigen des Barometers vermindern den Umfang der im Gefäße B eingeschlossenen Luft und bewirken ein vergrößertes Austreten des Oeles aus dem Reservoir A nach dem Raume B. Zunehmende Temperatur und Abnahme des Luftdruckes wirken umgekehrt und verursachen ein Austreten des Oeles aus dem Brenner, wodurch die Flamme vorübergehend geschwächt oder gar ausgelöscht wird. Nach dem Anzünden läßt sich die aërostatische Lampe nicht herumtragen, weil die Oelmassen durch ihre Schwankungen plötzliche und starke Veränderungen im Oelstande des Brenners erzeugen. Endlich liegt ein Mangel der Lampe in der Lage und Gestalt des Brennölreservoirs; es ist in der Natur der Lampe begründet, daß dieses Reservoir nicht tiefer angelegt werden kann, wenn man nicht der Lampe eine unbequeme Höhe geben will. Um daher in der Lampe einen Brennölvorrath aufzuspeichern, welcher für 8—10 Stunden Brennzeit ausreicht, giebt es keinen anderen Ausweg,

Fig. 153.



als diesem Behälter eine große Breite zu geben; dadurch fällt nun ein unangenehmer Schatten um den Fuß der Lampe herum.

Die aërostatischen Lampen, so interessant sie auch vom physikalischen Standpunkte aus sein mögen, sind eigentlich nie dauernd in die Praxis übergegangen. Die zum Füllen der Lampe dienenden Nebenvorrichtungen waren gewöhnlich zu complicirt und vertheuerten dadurch die an sich nicht wohlfeile Lampe.

§. 217.

β) Hydrostatische Lampen. Während bei den aërostatischen Lampen das Oel durch den Druck der verdichteten Luft zum Brenner gehoben wird, findet bei den hydrostatischen Lampen das Heben des Oeles durch den unmittelbaren Druck einer anderen Flüssigkeit, ohne Mitwirkung von Luft statt. Sie gründen sich auf das physikalische Gesetz, daß, wenn zwei mit einander communicirende Gefäße Flüssigkeiten von verschiedenem specifischen Gewichte enthalten und diese Flüssigkeiten einander das Gleichgewicht halten, die Höhe der Flüssigkeitssäulen im umgekehrten Verhältnisse zum specifischen Gewichte steht. Die Flüssigkeit, welche bei dieser Art von Lampen dem Oel das Gleichgewicht halten soll, muß specifisch schwerer sein als Oel, darf weder die Lampe noch das Oel angreifen und selbst einige Grade unter dem Gefrierpunkte des Wassers nicht erstarren. Als drückende Flüssigkeit ist Quecksilber, Kochsalzlösung, Melasse, Honig, Chlorcalciumlösung, Chlormagnesiumlösung u. s. w. vorgeschlagen worden.

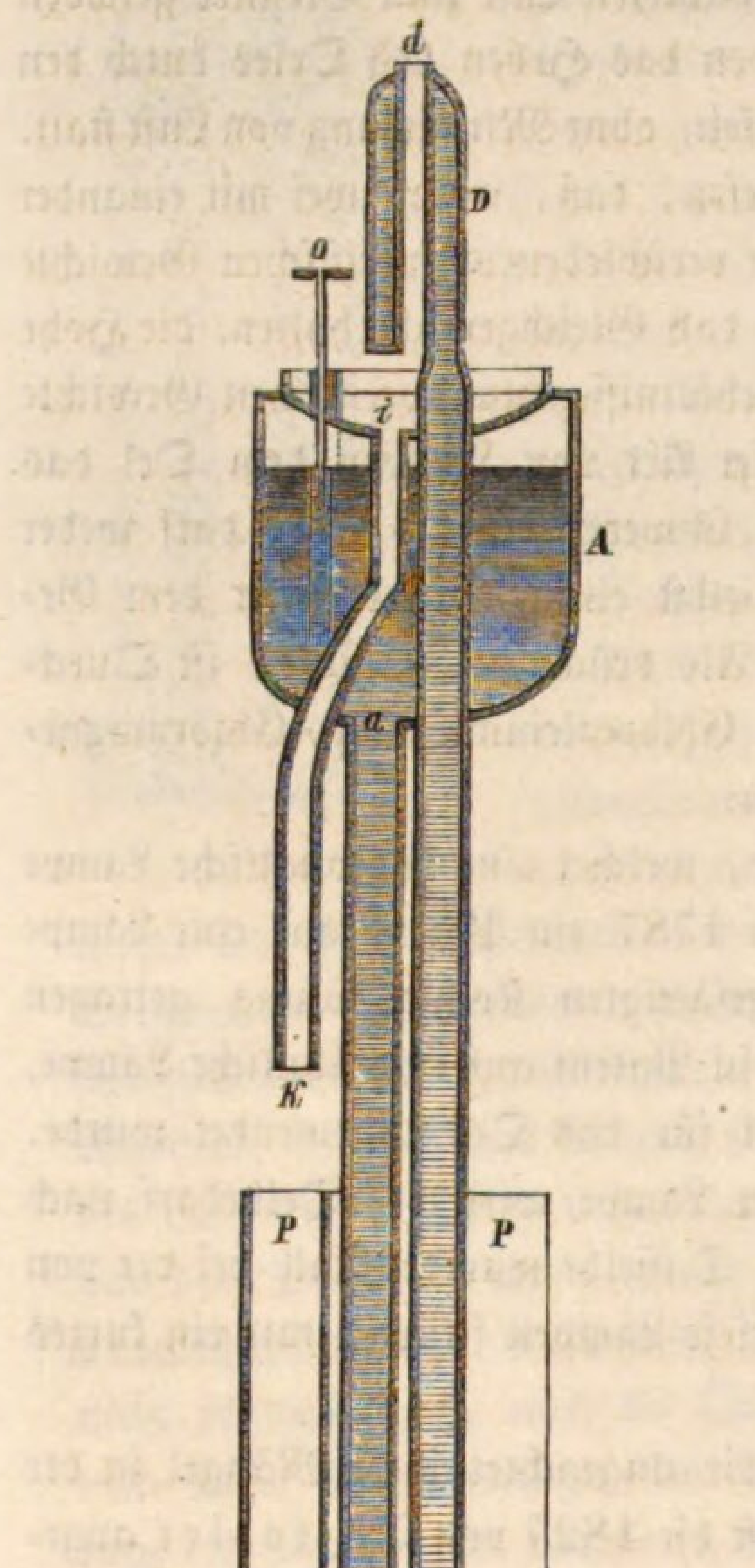
Der Engländer Keir war der Erste, welcher eine hydrostatische Lampe construirte; er ließ sich nämlich im Jahre 1787 ein Patent auf eine Lampe geben, in welcher das Oel von einer gesättigten Kochsalzlösung getragen wurde. Im Jahre 1804 nahm Lange ein Patent auf eine ähnliche Lampe, in welcher Zuckersyrup als Gegengewicht für das Oel angewendet wurde. In der von Verji (1810) angegebenen Lampe wird der Oelbedarf nach dem Brenner durch Quecksilber gehoben. Dasselbe war der Fall bei der von Edelkranz construirten Lampe. Alle diese Lampen fristeten nur ein kurzes Dasein.

Die einzige hydrostatische Lampe, die ungeachtet ihrer Mängel in der Praxis längere Zeit Anwendung fand, ist die 1825 von Thilorier angegebene. Als drückende Flüssigkeit dient bei ihr eine Lösung von 1 Theil krystallisirten Zinkvitriols in 1 Th. Wasser. Diese Lösung hat ein specifisches Gewicht von 1,437, das zu dem des Brennöles (= 0,913) sich verhält wie 1,57 : 1. Eine derartige Zinkvitriollösung von 10 Centimeter

Höhe hält demnach einer Oelsäule von 15,7 Centimeter das Gleichgewicht.

Die innere Einrichtung der hydrostatischen Lampe von Thilorier ist durch Fig. 154 versinnlicht. Da mit der Abnahme der Oelsäule im Brenner in dem Verhältniß, als dort Oel consumirt wird, auch die Zinkvitriollösung entsprechend sinkt, so kann sie das Oel nur dann bis zum Brenner emporbrücken, wenn die Zinklösung immer wieder ergänzt wird. Das Reservoir A ist mit Zinklösung angefüllt und dient dem genannten Zwecke. Das Gefäß B im Fuße der Lampe ist der Ort, von wo aus die communicirenden Röhren, nämlich die mit Oel gefüllte d h und die Zinkvitriollösung enthaltende a b emporsteigen. Sind beide Flüssigkeitssäulen im Gleichgewicht, so steigt das Oel bis zur Mündung des Brenners D. Die Ergänzung der Zinklösung in dem Rohr a b aus dem Reservoir geschieht (wie bei der Mariotte'schen Flasche) mittelst des Luftrohres o; in dem Grade, als die Lösung in dem Rohre a b sinken will, tritt äußere Luft in Blasen in das Gefäß A ein. Die Höhe der Säule der Zinklösung beginnt an der unteren Mündung des Rohres o. Das untere Gefäß B ist vollständig angefüllt und zwar unten mit Zinklösung, oben mit Oel; das Rohr a b taucht bis in die Zinklösung, das Rohr d h dagegen nur in das Oel. Da bei dem Gebrauch der Lampe das Gefäß B endlich gänzlich mit Zinkvitriollösung angefüllt ist, so treibt man die Lösung auf ihren früheren Stand und in das Gefäß A beim Füllen mit Oel zurück, indem man auf den Brenner einen luftdicht schließenden Trichter aufsetzt, das Luftrohr o so weit heraus-

Fig. 154.



zieht, daß es mit der unteren Mündung nicht mehr die Lösung berührt, und dann das Oel eingießt. Das beim Füllen oder sonst überlaufende Oel läuft durch das Rohr i k in den Behälter P P. Im ruhigen Stehen erhält sich das Oelniveau um den Docht für die Dauer eines Abends (6—8 Stunden) so ziemlich auf gleicher Höhe. Wie die aërostatische Lampe, leidet auch die hydrostatische Lampe an dem Uebelstand, daß sie während des Brennens ohne Gefahr des Verlöschens nicht bewegt werden darf, indem die durch die Bewegung entstehende Schwankung der im Gleichgewicht befindlichen Flüssigkeiten, eine nachtheilige Störung im regelmäßigen Aufsteigen des Oeles verursacht.

γ) Statische Lampen. Bei dieser Art von Lampen wird das Brennöl aus dem im Fuße der Lampe befindlichen Reservoir durch das Gewicht eines festen Körpers oder durch den Druck eines im Oelbehälter nach und nach abwärts gehenden Kolbens in ein Steigrohr getrieben und auf diese Weise nach dem Brenner geführt. Im ersteren Falle, der den Lampenconstructionen von Leroy (1816) und Färey (1825) zu Grunde liegt, bringt man das Brennöl in einen dichten Sack von Leder, Kautschuk, Wachstaffet, oder in eine Blase, und diese biegsame Hülle in den leeren Behälter. Indem man nun auf die Oelhülle ein Bleigewicht wirken läßt, wird das Oel nach dem Brenner gehoben. Eine große Schwierigkeit bei der Construction von statischen Lampen besteht in der genauen Regulirung der Oelzufuhr zum Brenner. — Die zweite Einrichtung, bei welcher ein abwärts gehender Kolben auf das in einem cylindrischen Behälter befindliche Oel drückt und dasselbe nach und nach durch ein enges Steigrohr nach dem Brenner treibt, ist als der Vorläufer der mechanischen Lampen zu betrachten und verdient insofern Erwähnung.

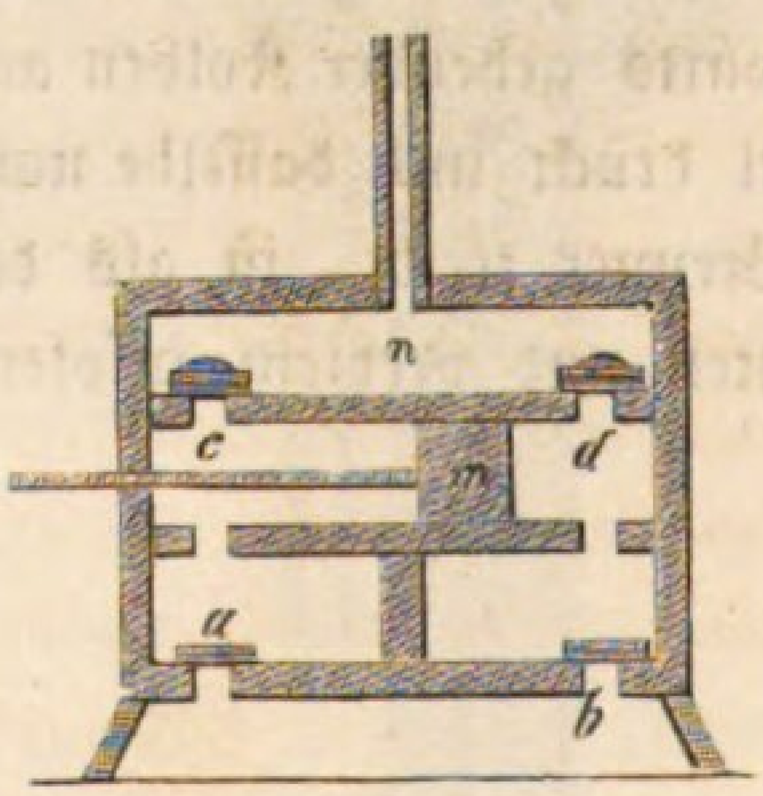
§. 218.

δ) Die mechanischen Lampen besitzen eine mechanische Vorrichtung, durch welche das Oel aus dem Reservoir im Fuße der Lampe zu dem Brenner und zwar in einem Quantum gehoben wird, welches den Bedarf des Dochtes während der Brennzeit übersteigt. Wenn mithin bei allen bisher betrachteten Lampen der Inhalt des Brenners eine ruhige Oelsäule bildet, die von oben nach unten stetig abnimmt oder von Zeit zu Zeit sich ergänzt, so bildet das Oel in den mechanischen Lampen einen continuirlich aufsteigenden Strom, welcher dem Dochte den zur Unterhaltung der Flamme nöthigen Oelbedarf liefert, und den Ueberschuß des Oeles an der Außenseite des Brenners wieder in den Fuß der Lampe zurückführt.

Unter den mechanischen Lampen sind besonders zwei erwähnenswerth, nämlich 1) die Uhrlampe, 2) die Federlampe.

1) Die Uhrlampe, Pumplampe oder Carcel-Lampe wurde 1800 vom Lampenfabrikanten Carcel in Paris erfunden und später von anderen verbessert. Die Kraft, mit welcher das Oel aus dem im Fuße der Lampe befindlichen Reservoir durch eine selbstthätige Pumpe oder eine pumpenähnliche Vorrichtung ununterbrochen zu dem Brenner emporgehoben wird, wird von einer, in einem Federhause eingeschlossenen Uhrfeder ausgeübt. Zum Behufe ihrer Uebertragung ist ein uhrwerkähnliches Räderwerk vorhanden. Der Hebeapparat ist gewöhnlich eine wirkliche Pumpe mit combinirtem Saug- und Druckwerk, jedoch giebt es auch Lampen, bei welchen die archimedische Schraube zum Heben des Oeles in Anwendung gebracht worden ist. In dem Sockel der Uhr ist das Oelreservoir mit der Pumpe und unter diesem das Uhrwerk; das Steigrohr, in welchem das Rohr zum Brenner steigt, geht im Schafte der Säule nach oben. Der Oelbehälter und das Uhrwerk sind von einander durch einen horizontalen Boden getrennt. Ein einfaches Pumpwerk, wie es in der Carcel-Lampe nicht selten Anwendung findet, ist durch Fig. 155 im Durchschnitt dargestellt. Der mittlere Theil der Abtheilung in der Lampe, in welcher das Pumpwerk liegt, bildet den Stiefel, in dem sich der horizontal liegende Kolben m hin- und herbewegt; der obere Raum n steht mit dem Steigrohr in Verbindung, der untere Raum, in dessen Mitte eine Scheidewand sich befindet, vermittelst zweier Ventile a c b aus Taffet oder Goldschlägerhaut mit dem Oelreservoir. Bewegt sich der Kolben m nach d c hin, so tritt Oel aus dem Reservoir durch b ein und das zwischen c a und m befindliche Oel ist gezwungen, durch c in den oberen Raum und von dort aus in das Steigrohr zu treten; bei der Bewegung des Kolbens nach d b tritt das Oel durch a ein und durch d in das Steigrohr. Der obere Theil der Abtheilung dient zugleich als Windkessel, indem die darin zusammengepreßte Luft ein gleichförmiges Aufsteigen des Oeles in dem Steigrohre bewirkt. Das unter dem Oelreservoir befindliche Räderwerk setzt den Kolben in Bewegung. Die Einrichtung der Pumpe ist der Art, daß sie, wie oben erwähnt, weit mehr Oel heraufpumpt, als zur Speisung der Flamme erforderlich ist. Dieses ununterbrochene Ueberfließen bezweckt einestheils, daß es dem Dochte nie an Oel fehle, anderntheils, daß sowohl der Brenner als auch

Fig. 155.



das aus ihm hervorragende Dochtende abgekühlt werde, so daß eine Verkohlung des Dochtes, welche die Capillarwirkung des Dochtes schwächen würde, ausgeschlossen ist. Das überfließende Oel gelangt in den offenen Behälter zurück, um später wieder aufgepumpt zu werden. Das Räderwerk im Fuße der Lampe ist so beschaffen, daß es 12—15 Stunden ununterbrochen fortgeht; in den ersten 7—8 Stunden, in der Regel die längste Brennzeit an einem Abende, ist der Gang und mithin das Aufsteigen des Oeles im Steigrohr ziemlich gleichförmig. — Noch sei bemerkt, daß unten an einer Seite des Lampenfußes ein kleiner, nach außen gehender Riegel angebracht ist, welcher, wenn er vorgeschoben wird, die zur Regulirung des Werks dienenden Windflügel auffängt und das Werk dadurch in Stillstand bringt.

2) Die Federlampe (Moderateur-, Regulateur-Lampe, Kolbenlampe, Neocarcellampe). Seit der Erfindung der Federlampe durch Franchot im Jahre 1837, die sich durch größere Einfachheit und Wohlfeilheit und dadurch auszeichnet, daß sie selten in Unordnung kommt, sind die Uhrlampen fast ganz in den Hintergrund gedrängt worden. Das Wesentliche der Federlampe ist, daß ein mit zweckmäßiger Liederung versehener großer Kolben sich auf die Oberfläche des Oeles in dem Oelbehälter legt, dieselbe mit Hülfe einer über ihm angebrachten gespannten Feder drückt und somit das Oel durch ein enges Steigrohr in den Brenner treibt.

Fig. 156 zeigt eine Federlampe und zwar im oberen Theile in der Ansicht, im unteren Theile im Durchschnitt (die Zeichnung ist Ch. Delaunay, Cours élémentaire de Mécanique, Paris 1852 p. 523 entlehnt). In die aus Metall angefertigte Umhüllung ist im Fuß der Lampe das cylindrische Oelreservoir eingelöthet. Dieses Reservoir dient zugleich als Stiefel für den Kolben A, aus einer flachen Scheibe mit einem nach unten gebogenen Lederrand bestehend, welcher letztere zugleich als Liederung und als Ventil dient. Von dem Kolben erhebt sich die messingene Kolbenstange B, welche auf dem größten Theile ihrer Länge eingeschnittene Zähne hat, in welche die Zähne eines am Griffe D umzudrehenden Getriebes eingreifen. Auf diese Weise wird der Kolben nach aufwärts bewegt. Nach abwärts geht der Kolben durch den Druck der Spiralfeder, welche zwischen dem Kolben und dem oberen Ende der cylindrischen Lampensäule steht und sich oben gegen E stützt; sie ist so beschaffen, daß sie den Kolben bis auf den Boden des Oelbehälters hinabtreiben kann, ohne sich völlig ausgedehnt zu haben. Im nicht gefüllten Zustande ruht der Kolben auf dem Boden. Gießt man nun durch den am oberen Ende der Lampensäule befindlichen Trichter Oel ein, so sammelt sich dasselbe über dem Kolben A an. Wird derselbe nun durch Umdrehen von D nach aufwärts bewegt, so strebt die Erhebung des Kolbens zwischen ihm

und dem Boden des Oelbehälters einen luftverdünnten Raum zu erzeugen; der äußere Atmosphärendruck drückt daher das Oel neben dem als Ventil

Fig. 156.



Fig. 157.

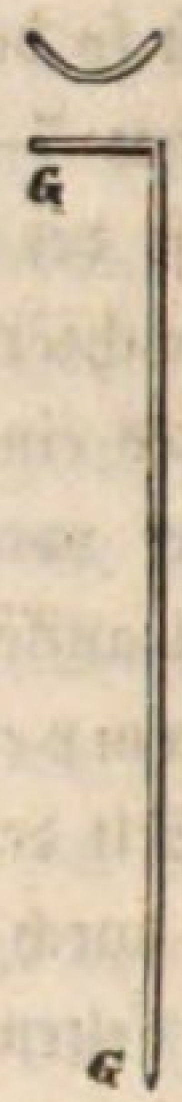


Fig. 158.



dienenden Lederrand des Kolbens nach abwärts, bis nach und nach alles Oel unter den Kolben getreten ist. Sobald D nicht mehr festgehalten wird, fängt die Feder, welche durch die Erhebung des Kolbens zusammengepreßt wurde, sofort an, mittelst des Kolbens auf das Oel zu drücken. Der Lederkranz am Rande des Kolbens wird durch den Druck, den das Oel ausübt,

dicht an die Wandung des Oelbehälters getrieben, so daß kein Oel entweichen kann. Der einzige Abflußkanal, welcher dem Oel gestattet ist, ist durch das Rohr C, welches oben mit dem Brenner communicirt. Die Feder ist genau adjustirt und ihre Ausdehnung ist gleich dem Volumen des verbrennenden Oeles, daher immer ein gleiches Niveau erhalten bleibt. Hat nach mehrstündigem Brennen der Kolben den Boden des Oelcylinders erreicht, so hört die Oelbewegung auf; man muß deshalb schon ehe dieser Zeitpunkt eintritt die Lampe aufziehen, d. h. durch Umdrehung des Griffes D die Zahnstange B und mit ihr den Kolben heben, wodurch die Feder zusammengepreßt, also gespannt wird.

Wäre dem Oel das Aufsteigen in dem Steigrohre C ohne alle Hindernisse gestattet, so würde nicht nur die Lampe schnell erschöpft und das Wiederaufziehen in sehr kurzen Zeiträumen nöthig werden, ja es könnte sogar der Fall sein, daß das Oel aus dem Brenner, statt unmerklich überzufließen, hastig hervorsprudelte. Um dies zu verhindern, ist an der Federlampe eine einfache Vorrichtung angebracht, durch welche die Geschwindigkeit des nach dem Brenner strömenden Oeles moderirt werden kann. Diese Vorrichtung, Moderateur genannt, besteht (Fig. 157 und 158) aus einer in der Mitte des Steigrohres C hängenden, nach unten sich etwas verjüngenden Nadel G, die oben rechtwinkelig gebogen und an das innere Dochtrohr angelöthet ist. Der untere verschiebbare engere Theil des Rohres C steht nur beim höchsten Stande des Kolbens so, daß G auch in C steckt; beim Abwärtsgehen des Kolbens zieht C sich zurück, so daß G nicht mehr hineinreicht. Beim höchsten Kolbenstande übt die Feder auf den Kolben den größten Druck aus, daher wird das Abwärtsgehen des Kolbens und das Aufwärtsströmen des Oeles zum Brenner anfangs schneller erfolgen, als später, wenn die Feder einen Theil ihrer Spannung verloren hat. Um nun diese Schwankungen in der Wirkung der Feder aufzuheben, wird im Anfang des Niederganges des Kolbens durch die Nadel G das Steigrohr verengert.

Nach der Verbesserung von Troccon (1857) hat die in dem Steigrohr aufsteigende Moderateurstange eine schwach konische Gestalt, so daß sie von unten nach oben hin etwas an Dicke zunimmt; sie ist ferner so angebracht, daß sie höher oder niedriger gestellt werden kann. Dadurch läßt sich die Menge des aufsteigenden Oeles besser reguliren. Fig. 159 und 160 zeigen den Brenner einer Moderateurlampe mit der gedachten Verbesserung. d ist die nach unten sich verjüngende Moderateurstange, welche in dem Steigrohr sitzt. Das obere Ende derselben trägt eine kleine Zahnstange, die in dem einen hohlen Brennerträger eingeschlossen ist. Durch Drehung des

Knopfes i (hinter dem Zifferblatt a Fig. 160), an dessen Axe ein mit der Zahnstange in Eingriff stehendes Zahnrad sitzt, kann die Zahnstange und mit ihr der Moderateur höher oder niedriger gestellt werden. Die Construction der Troccon'schen Lampe ist so, daß, wenn in der Minute

Fig. 159.

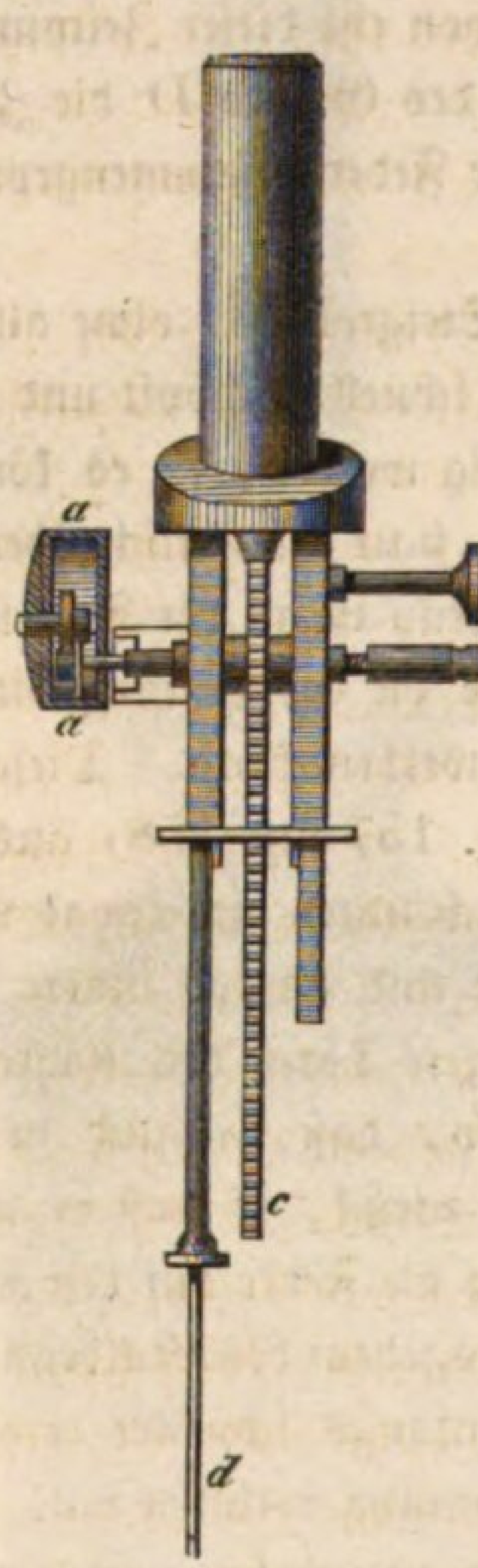


Fig. 160.



35 Tropfen Oel aus dem Brenner über- und in das Oelreservoir zurückfließen, die Lampe (von gewöhnlicher Größe) 10—12 Stunden lang brennt, ohne daß der Kolben wieder aufwärts gezogen zu werden braucht. Die Bewegung der Moderateurlampe hat dabei eben so viel Spielraum, daß bei demselben Zustande der Lampe in der höchsten Stellung derselben 45 und in der niedrigsten Stellung 25 Tropfen Oel in der Minute überfließen. Wird während des Brennens der Lampe die Zahl der in der Minute überfließenden Oeltropfen größer oder kleiner als die normale Zahl (z. B. 35), so dreht man den Knopf i nach der einen oder andern Richtung, so daß im erstern Falle die Moderateurlampe nach abwärts, im zweiten Falle nach aufwärts geht, bis der normale Ausfluß wieder hergestellt ist. Zur leichteren Regu-

lirung der Lampe hat Troccon ein Uhrwerk angebracht, welches durch den Kolben getrieben wird; er glaubt mittelst seines Regulators sogar dahin gelangt zu sein, die Angaben dieses Uhrwerkes mit denen einer wirklichen Uhr ziemlich übereinstimmend zu machen. a a ist das Uhrwerk, bestehend aus einem Zifferblatt mit Stunden- und Minutenzeiger und einem hinter dem Zifferblatt in einem Metallgehäuse befindlichen Räderwerk; c ist die Zahnstange des Kolbens und b der Schlüssel, durch dessen Drehung der Kolben nach aufwärts gezogen wird. Die Axe dieses Schlüssels verlängert sich bis in das Gehäuse des Uhrwerkes und ist mit zwei Zahnrädern versehen, welche in die beiden mit den Zeigern in Verbindung stehenden Zahnräder eingreifen. Indem der Kolben abwärts geht, dreht sich die Axe von b, und dadurch wird das Uhrwerk in Bewegung gesetzt. e ist der geränderte Knopf zur Dochtbewegung.

Mit der Anwendung der Moderateurlampe ist bekanntlich ein Uebelstand verknüpft. Die Lampe gewährt nämlich in Folge der Aenderung der Theile selbst, aus denen sie besteht, nur eine beschränkte Beleuchtungsdauer, weshalb man genöthigt ist, sie im Laufe eines Abends mehr als einmal aufzuziehen. Dabei begegnet es nun, daß man die Zeit für das Aufziehen versäumt, und dann treten allgemein bekannte Unannehmlichkeiten ein. Was die geringe Beleuchtungsdauer anlangt, so liegt der Fehler darin, daß der Abstand zwischen dem Gehäuse der Zahnstange und der oberen Mündung der Dille das Maß für das Maximum des Kolbenlaufes ist, woraus hervorgeht, daß die Höhe des Oelreservoirs dieses Maß nicht überschreiten kann; wäre dies dennoch der Fall, so müßte der Kolben anhalten, ohne seinen ganzen Lauf vollbracht zu haben, denn sonst würde das obere Ende der Zahnstange die Dille überragen und dadurch die Helligkeit beeinträchtigen. In diesem Falle befindet sich nun die Moderateurlampe von Franchot, bei welcher der Kolben nur ungefähr bis zur Hälfte des Oelreservoirs steigen kann. Es ist deshalb einleuchtend, daß man eine beinahe doppelte Beleuchtungszeit erlangen würde, wenn es gelänge, den Kolben die ganze Höhe dieses Behälters durchlaufen zu lassen. Um dieses Ziel zu erreichen, verfährt man nach Neuburger auf folgende Weise: Anstatt an den Kolben das untere Ende der Zahnstange zu befestigen, löthet man an den Kolben eine Scheide, in welcher der untere Theil der Zahnstange sich auf- und niederbewegen kann. Ein kleiner Kranz verhütet das Austreten der Zahnstange aus der Scheide, deren Länge dem Abstande zwischen dem Gehäuse der Zahnstange und dem Kolben bei seiner höchsten Lage ungefähr gleich ist. In Folge dieses Umstandes kann der Kolben die ganze Höhe des Oelreservoirs durchlaufen. Zwar überragt nur der obere Theil der Zahnstange den höchsten

Punkt der Dille um 1 bis $1^1/_2$ Zoll, aber durch eine Umdrehung des Schlüssels in entgegengesetzter Richtung zieht sich die Stange wieder in ihre Scheide zurück und ist nun dem Lichte nicht weiter im Wege. Dadurch ist die Leuchtdauer der Lampe fast auf das Doppelte d. h. auf 10 bis 12 Stunden ausgedehnt worden, ohne daß die Lampe wieder aufgezogen zu werden braucht.

Die in dem Oel enthaltenen Unreinigkeiten, welche den Gang der Moderateurlampe stören könnten, sind ein großer Uebelstand, den man auf folgende Weise beseitigt. Unter der Mitte der Kolbenfläche, da, wo das untere Ende der Scheide und dasjenige des Steigrohres angelöthet ist, befestigt man eine Büchse aus Weißblech von der Gestalt eines umgekehrten Kegels, an dessen Basis sich ein feines Metallsieb und an dessen Spitze eine Oeffnung sich befindet, durch welche das Oel in Folge des Kolbendruckes in das Steigrohr gelangt, nachdem es durch das Sieb von allen Unreinigkeiten befreit worden ist. Wenn sich der Kolben am unteren Ende seines Hubes befindet und die Oeffnung an der Spitze des Kegels sich gegen den Boden des Oelbehälters lehnt, so zeigt es sich, daß das Oel, welches das Steigrohr füllt, nicht mehr herabsinken kann. Daher ist es bei der Vorbereitung der Lampe nicht nöthig, um den Docht anzuzünden, zu warten, bis das Oel am oberen Ende der Dille angekommen ist.

Um den Zeitpunkt zu erfahren, wo die Lampe aufzuziehen ist, hat man vor einigen Jahren angefangen, durch den abwärts gehenden Stempel ein Zeigerwerk in Bewegung zu setzen, welches gestattet, in jedem Augenblick zu sehen, wie tief der Kolben bereits herabgegangen ist. Ferner fertigt man gegenwärtig Moderateurlampen, bei welchen, sobald der Stempel nahe an seiner tiefsten Stelle angelangt ist, eine Glocke anschlägt, welche, an der Lampe angebracht, zur Decoration derselben dient. Das Anschlagen der Glocke ermahnt die Anwesenden, die Lampe aufzuziehen.

§. 219.

III. Die Solaröl- und Photogenlampen.

Die Mineralöle, die unter den Namen Solaröl, Pyrogen, Photogen (vgl. Bd. V. p. 428), raffinirtes Petroleum (vgl. Bd. V. p. 443), Kerasin, Pitt-Oel u. s. w. in neuester Zeit so vielfach zur Lampenbeleuchtung verwendet werden, werden nur in Sauglampen (vergl. S. 525) verbrannt, bei denen entweder das Reservoir für das Leuchtmaterial unterhalb des Dochtes oder ähnlich den Sturzlampen seitlich davon sich befindet.

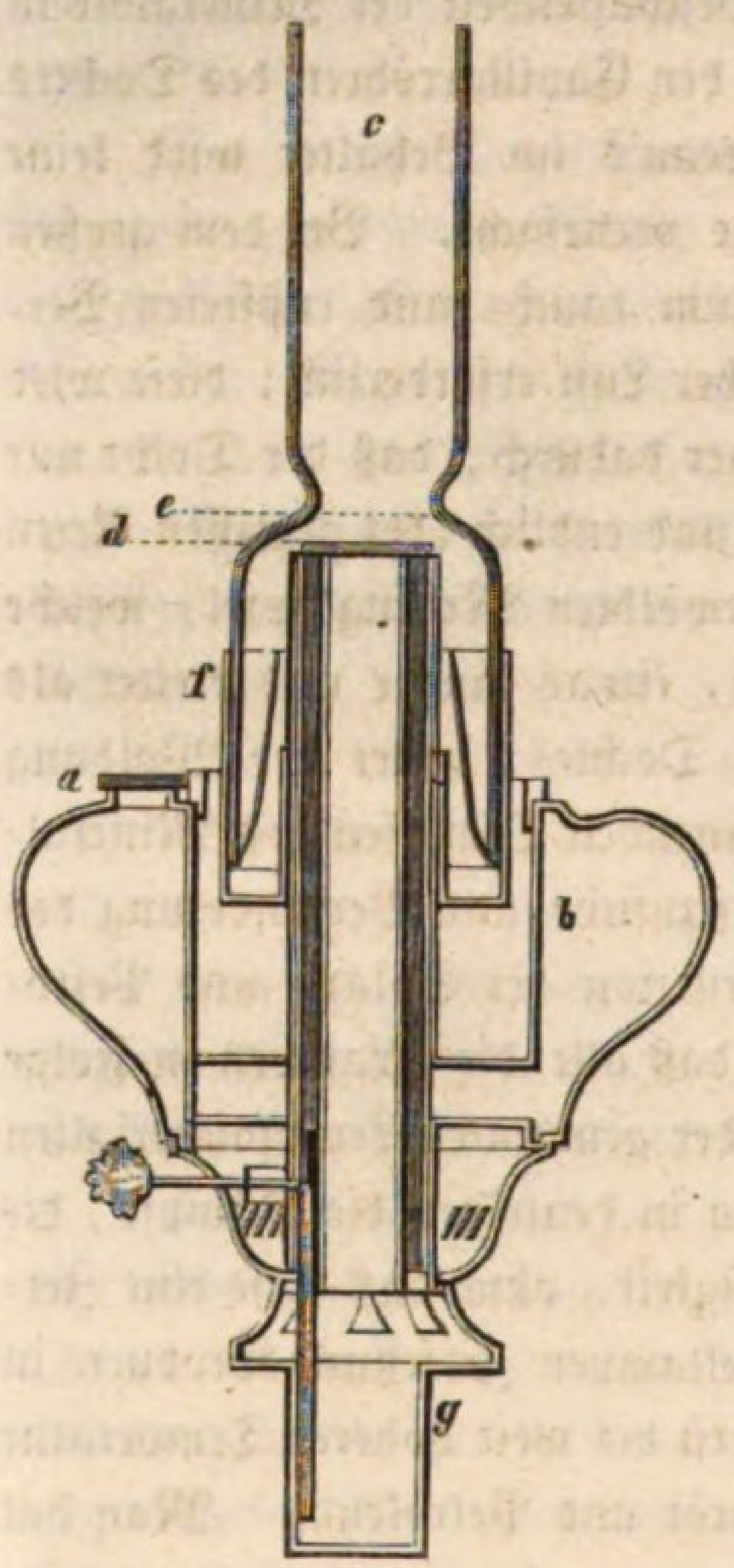
Mechanische Lampen, namentlich die Moderateurlampe, sind auf Solaröl und Petroleum nicht zu brauchen, weil beide Oele der Fettigkeit baar sind und deshalb nicht die Elasticität und Weichheit des Leders am Kolben, welches zugleich als Liederung und als Ventil dient, zu erhalten vermögen. Bei der Sauglampe wirkt die dünnflüssige Beschaffenheit der Mineralöle in Folge des dadurch erleichterten Aufsteigens in den Capillarröhren des Dochtes vortheilhaft ein; durch das Sinken des Niveau's im Behälter wird keine merkliche Abnahme der Intensität der Flamme verursacht. Bei dem großen Kohlenstoffgehalt der neuen Leuchtstoffe ist zum rauch- und rußfreien Verbrennen ein kräftige Zufuhr von atmosphärischer Luft erforderlich; diese wird vermittelt durch ein geeignetes Zugglas, ferner dadurch, daß der Docht nur äußerst wenig aus dem Brenner hervorragt, und endlich (bei gewissen Arten von Solaröllampen) durch Aufsetzen einer gewölbten Messingkapsel, welche in der Mitte mit einer Oeffnung versehen ist, etwas länger und breiter als die Mündung des Dochtrohres (mit flachem Dochte); unter der Wölbung findet eine Vermengung der Luft mit den brennenden Dämpfen des Mineralöles statt, worin das Mittel zur stärkeren Luftzufuhr und Verhinderung des Rußens liegt. Zum Verständniß der Construction der Solar- und Petroleumlampen ist das Eine nicht zu vergessen, daß alle diese Lampen in Folge des verhältnißmäßig niedrigen Siedepunktes der genannten Leuchtmaterialien Dampflampen sind, d. h. es verbrennen in denselben die Dämpfe, die sich in der Nähe des Brenners aus der Flüssigkeit, ohne daß diese eine Zersetzung erleidet, bilden, während bei den Oellampen Zersetzungsproducte in der Flamme zur Verbrennung kommen, die erst bei weit höherer Temperatur sich bilden, als die Dämpfe aus dem Solaröl und Petroleum. Man hat daher, um selbst die Möglichkeit der Explosion zu entfernen, bei allen diesen Lampen Vorkehrungen zu treffen, daß die Flüssigkeiten in dem Reservoir sich nicht erwärmen.

Von den vielen Constructionen von Petroleum- und Solaröllampen seien einige der bewährtesten speciell beschrieben.

Eine zweckmäßige Petroleumlampe ist Fig. 161 im Durchschnitte dargestellt. Dieselbe besteht — nach der Beschreibung, die Prof. Marr in Stuttgart von ihr gegeben hat, aus einem metallenen Oelbehälter b, der ringförmig die Dochtröhre umgiebt und mit dieser nur durch eine horizontale Röhre in Verbindung steht, um das Oel dem Docht zuzuführen. a ist eine mit einer durchbohrten Schraube verschlossene Oeffnung zum Einfüllen des Oeles in den Behälter b. Die Lampen haben einen runden Docht und doppelten Luftzug, sie sind ferner mit eingezogenem Glascylinder c versehen, dessen Träger f verschiebbar ist, um jenem eine passende Stellung zu geben,

weil dadurch die Wirkung der Flamme theilweise bedingt ist. Die Einbiegung des Glases soll ungefähr 3 Linien über dem Dochtende stehen, wie dies die Linien d und e andeuten, so daß der größere Theil der leuchtenden Flamme, die im Ganzen ungefähr 2 Zoll hoch brennen soll, sich über der Einbiegung des Glases befindet. Steht das Glas zu hoch, so brennt das Oel roth; steht es zu tief, so wird die Flamme klein und unansehnlich. Der Oelbehälter erwärmt sich während der ganzen Brennzeit nicht, weil er bei seiner ringförmigen Gestalt eine große Oberfläche hat, die in Folge der starken Luftströmung, welche durch das Brennen selbst bedingt ist, fortwährend mit kalter Luft in Berührung steht. Eine bedeutendere Dampfbildung ist deshalb bei diesen Lampen nicht zu befürchten. Mit solchen Lampen von verschiedener Größe wurden nun Versuche auf Verbrauch an Oel und Leuchtkraft der erhaltenen Flamme angestellt, deren Ergebniß Marx neben die Resultate stellt, welche er bei einer Erdöllampe mit flachem Docht von 19 Millimetern Breite erhielt.

Fig. 161.



	Consum per Stunde in Grammen	Diese kosten per Stunde Kreuzer	Sie geben dabei ein Licht in Kerzen gleich	Das Licht von einer Kerze kostet demnach per Stunde in Kreuzern
Erdöllampen mit flachem Docht .	15,1	0,61	3,2	0,19
Neue Erdöllampen von beschriebener Construction:				
mittlerer Brennerdurchmesser				
13 Millimeter	25,4	1,04	7,75	0,13
16½ „	33,4	1,37	11,5	0,12
20½ „	57,2	2,35	20,0	0,117
23 „	71,7	2,94	23,0	0,127

Aus den erhaltenen Zahlen geht hervor, daß sich beim Brennen des Erdöls aus den beschriebenen Lampen viel Licht erzeugen läßt, auch unter Berücksichtigung der erzielten Lichtstärke diese Beleuchtung billiger kommt, als das Brennen von Lampen mit flachem Docht, ja bei dem Preis von 1 fl. per Liter sogar billiger als die Beleuchtung mit Steinkohlengas bei dem (Stuttgarter) Preis von sechs Gulden per 1000 Kubikfuß, selbst wenn dieses unter den günstigsten Bedingungen verbrannt wird, z. B. bei 5 Millim. Druck und $4^1/_2$ Cubikfuß Consum, wobei man gewöhnlich eine Lichtstärke von 12 Kerzen erreicht.

§. 220.

Als Beispiel einer zweckmäßigen Photogenlampe sei die Lampe von Blok speciell angeführt. Sie ist durch folgende Umstände charakterisirt:

1) daß der gläserne Behälter a mittelst eines (eingeschliffenen) gläsernen Pfropfens dicht zu verschließen ist; dieser Pfropfen enthält in seiner Mitte ein unrundes Loch, in welchem der hindurchgehende Brenner befestigt ist;

2) daß ein eingeschnürtes Zugglas bb angewendet und hiermit die sonst nöthige Blechkapsel über dem Brenner erspart wird, so daß auch der unter dieser Kapsel entwickelte Antheil Licht zu Gute kommt;

3) daß nicht nur beim Brennern mit hohlem Dochte, sondern auch bei jenen mit flachem und mit vollrundem Dochte die an Oellampen gebräuchliche Zahnstangenwinde angebracht ist;

4) daß zum Aufsaugen der brennbaren Flüssigkeit ein eigener, beständig in der Lampe verbleibender Saugdocht vorhanden ist, während der damit in Verbindung gebrachte Brenndocht leicht eingesetzt und gewechselt werden kann;

5) daß der Kuppelrand cc mittelst eines Ringes dd lose aufgesetzt ist, daher entfernt werden kann, und dann die Lampe bequemer gereinigt und geputzt wird.

Der Brenner zu einem vollen runden Dochte, wie er in Fig. 162 angezeigt erscheint, ist nach größerem Maßstabe in Fig. 163, 164 und 165 vorgestellt. Fig. 163 dessen äußere Ansicht; Fig. 164 der Brennerring; Fig. 165 der Saugdocht nebst seinem Mechanismus.

lm in Fig. 165 ist ein cylindrisches Rohr von Weißblech, mit dem Saugdochte p ausgefüllt, welcher mittelst kleiner Löcher am oberen Ende m festgenäht ist, unten in p lang hervorragt. Aeußerlich an lm sind zwei Dochtfedern n n und die Zahnstange o angelöthet. Die ersteren halten den

Brenndocht zwischen sich fest, wenn dieser in die obere Oeffnung des Rohres unmittelbar auf den Saugdocht gestellt wird. Die Vorrichtung Fig. 165

Fig. 162.

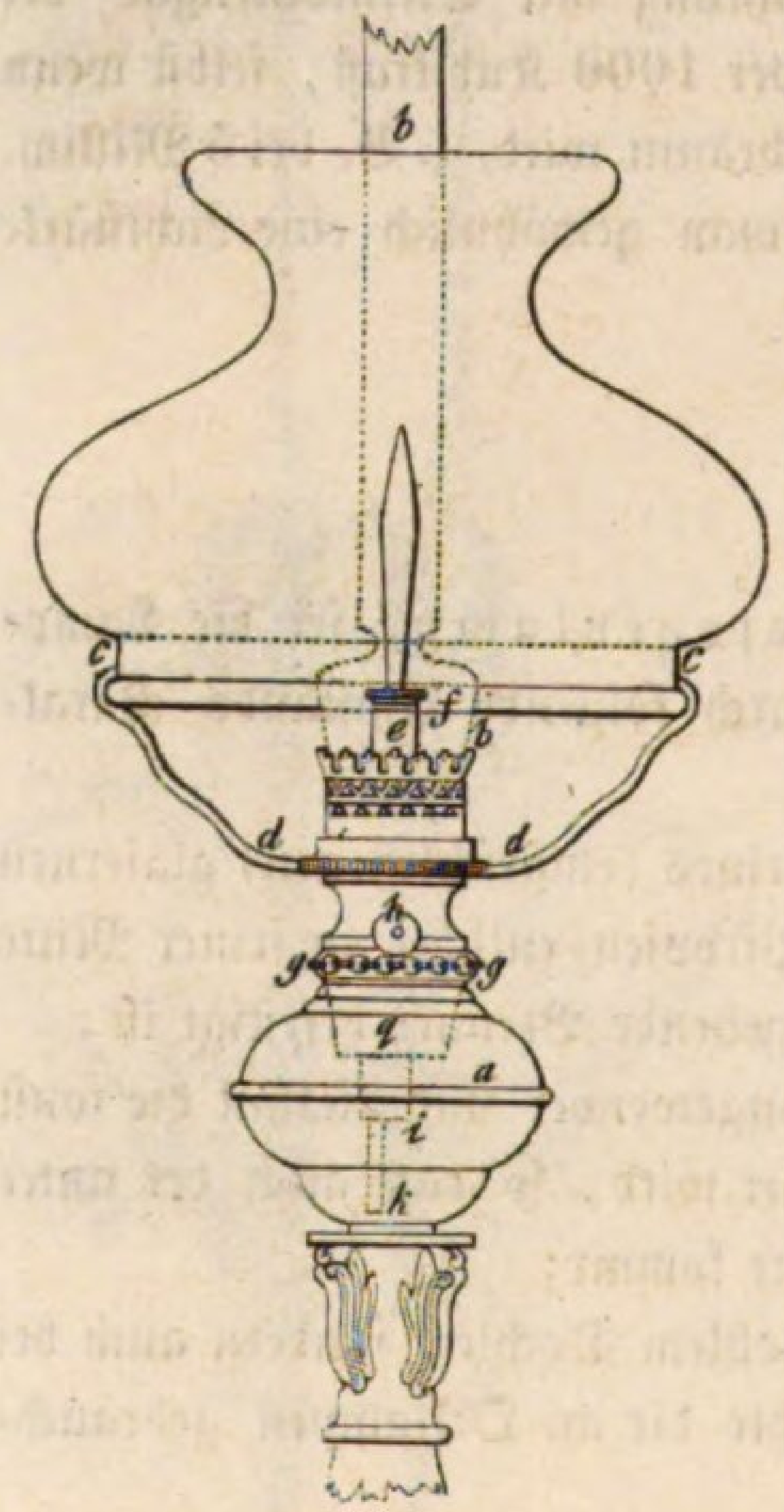


Fig. 163.

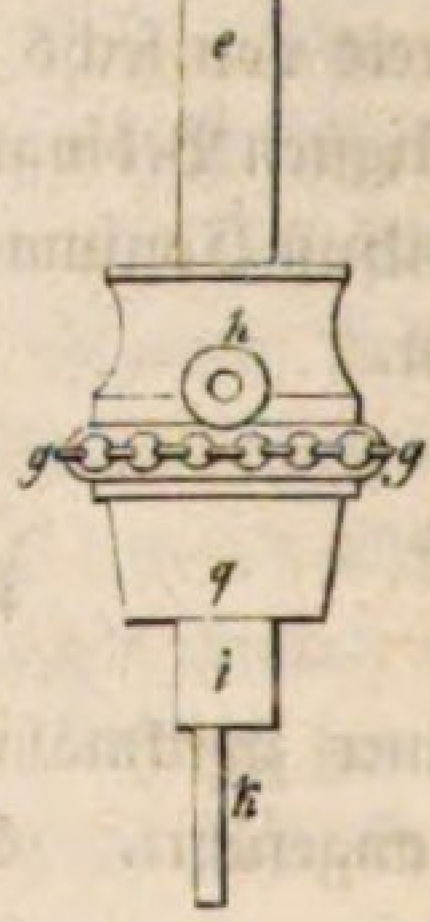


Fig. 164.



Fig. 165.

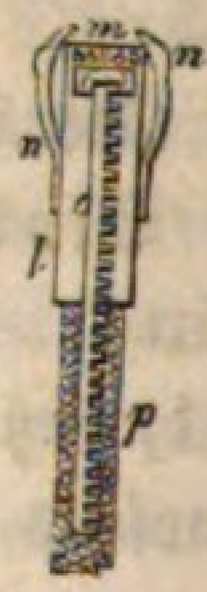


Fig. 166.

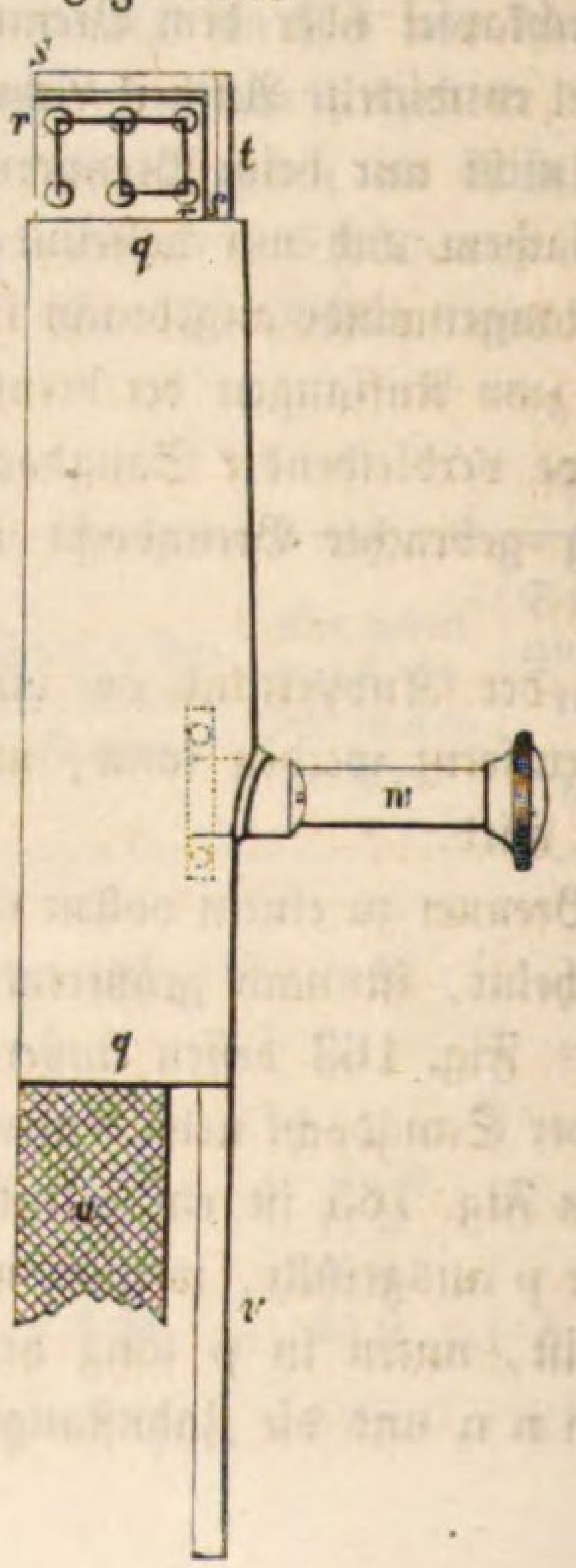


Fig. 167.

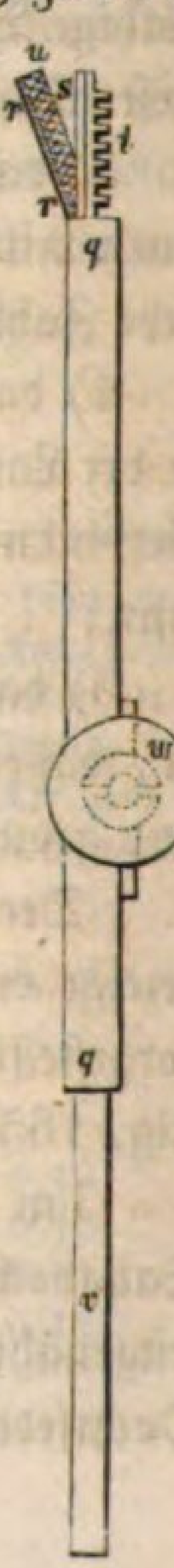
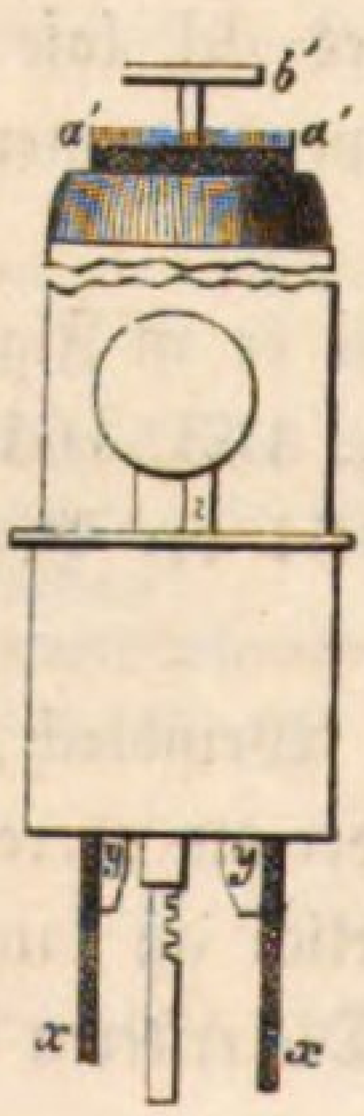


Fig. 168.



wird in dem Rohre e (Fig. 163) hinabgeschoben, wobei die Zahnstange o in ihre Scheide k eintritt und mit dem Getriebe der Winde in Eingriff kommt, dessen Drehknopf bei h angegeben ist; der Saugdocht p hängt dann unten aus i herab und taucht in die Flüssigkeit des Behälters, in dessen Hals der Konus q paßt. Oben auf e steckt man den Brennerring f (Fig. 164), durch dessen Oeffnung der Brenndocht so weit als nöthig hervortritt. Bei g g ist ein Kranz von Löchern zum Zutritt der Zugluft.

Fig. 168 zeigt den verbesserten Brenner zu hohlem Dochte. Der hohle Brenndocht wird hier wie allgemein bei den Oellampen mittelst zweier breiter Dochtfedern auf dem inneren (beweglichen) Cylinder festgehalten; aber auf den inneren Seiten dieser Federn sind zwei flache Saugdochte angenäht, welche, zwischen der Wand des Außencylinders und den schirmartigen, mit dem inneren Cylinder verbundenen Wandsegmenten y y hinabreichend, bei x x heraushängen. Die Winde ist die gewöhnliche; unter dem Getriebe geht quer durch den Cylinder eine Oeffnung z, mittelst welcher der innere Luftzug seinen Eingang findet. a ist der Brenndocht, b das bekannte über demselben angebrachte Messingscheibchen, durch das der innere Luftzug nach der Flamme hin abgelenkt wird. Fig. 166 und 167 sind zwei Ansichten eines Brenners mit flachem Dochte. In dem platten Rohre q q und der damit verbundenen Scheide o geht die Zahnstange t der Winde w auf und nieder, an deren oberem Ende der Dochtträger angelöthet ist. Letzterer besteht aus zwei unten zusammengelötheten, einen spitzen Winkel bildenden Blechplättchen r und s, von welchen nur s direct an der Zahnstange sitzt. Der Saugdocht u ist oben, auf der inneren Seite des anderen Plättchens r liegend, hieran festgenäht, wie die in Fig. 166 sichtbaren Löcher und Stiche zu erkennen geben; hierauf tritt er durch eine große Oeffnung dieses Plättchens heraus und geht frei in q hinab. Wenn, wie in den Abbildungen, der Dochtträger r s auf dem höchsten Standpunkte, also fast gänzlich außerhalb q und offen ist, so kann in seine Oeffnung zu dem Saugdochte u der Brennerdocht gelegt werden, welcher sich von selbst einklemmt und ins Innere von q folgt, sobald der Dochtträger beim Hinabbewegen sich schließt.

Eine Vorrichtung an Lampen zum geruchfreien Verbrennen des Harzöles, Solaröles u. dergl. ist vor einigen Jahren von Benkler beschrieben worden. Fig. 169 zeigt einen Lampenbrenner, der seinen Oelbedarf von einem seitlichen Reservoir durch die Armröhren l m erhält. a ist das Lampenglas, b der Glashalter, c c der Brenner, bestehend aus einem äußeren und einem inneren Rohre, zwischen welchen beiden der hohle gewebte Docht sich befindet, d der Triebknopf zur Dochtwinde. Das wesentlich Charak-

Fig. 169.



teristische dieser Lampe besteht in dem gläsernen Apparate e f n o. Dieser ist eine unten ganz offene, oben zu einer engeren Oeffnung zusammengezogene Kapsel, innerhalb welcher die Luft nach der Flamme g hingedrängt und zugleich eine Vermengung des Oeldampfes mit erhitzter atmosphärischer Luft bewerkstelligt wird. Vermittelst dieses Apparates gelingt es, das sonst mit äußerst rußender Flamme brennende Harzöl vollständig zu verbrennen, so daß die Flamme weiß und leuchtend, dennoch aber ohne Geruch und Rauch auftritt. Der nämliche Apparat läßt sich an jeder gut construirten Lampe, so namentlich auch an den Moderateurlampen, anbringen.

§. 221.

Die amerikanischen Dampflampen von Hopkin und Anderson, die auf Solaröl und Petroleum anwendbar sind und zu den verbreitetsten Mineralöllampen gehören, seien im Folgenden speciell beschrieben:

Fig. 170 zeigt die perspectivische Ansicht einer Lampe, Fig. 171 eine Ansicht des Deckels, welcher auf dem Dampfentwickelungsraume liegt, Fig. 172 eine Ansicht des Dochtrohres mit dem Dampfbildungsraume. Fig. 173 ist eine Ansicht des Dochtrohres nebst Schieber und Fig. 174 stellt eine gekrümmte Verdampfungsplatte dar.

Die eine Lampe, Fig. 170, hat ein Leitrohr A, das durch die aufgeschraubte Platte C bis auf $^3/_4$ Zoll dem Boden sich nähert, so daß seine untere Mündung stets von der Flüssigkeit bedeckt ist. Der Raum, auf welchem die Kappe B liegt und den wir D nennen wollen, ist hohl und an das obere Ende des Rohres in der Nähe der Mündung angeschraubt. An jeder Seite des Rohres A, unmittelbar unter dem Raume D, ist eine kleine Oeffnung N angebracht. Die Brennerspitze G wird an den Verdampfungsraum geschraubt oder in irgend einer andern Weise mit demselben verbunden. I ist ein gekrümmtes Luftrohr, das durch den Deckel C geht und das Innere der Lampe mit der Atmosphäre in Verbindung setzt. L ist ein Deckel für den Raum D. Wird der Raum D erhitzt, so bildet sich zum Theil ein luftleerer Raum. Die äußere Luft dringt durch das Rohr I ein, drückt auf die

Flüssigkeit in der Lampe und nöthigt sie so, durch das Rohr A im Verhältniß der Luftverdünnung des Dampfentwickelungsraumes, beziehungsweise

Fig. 170.

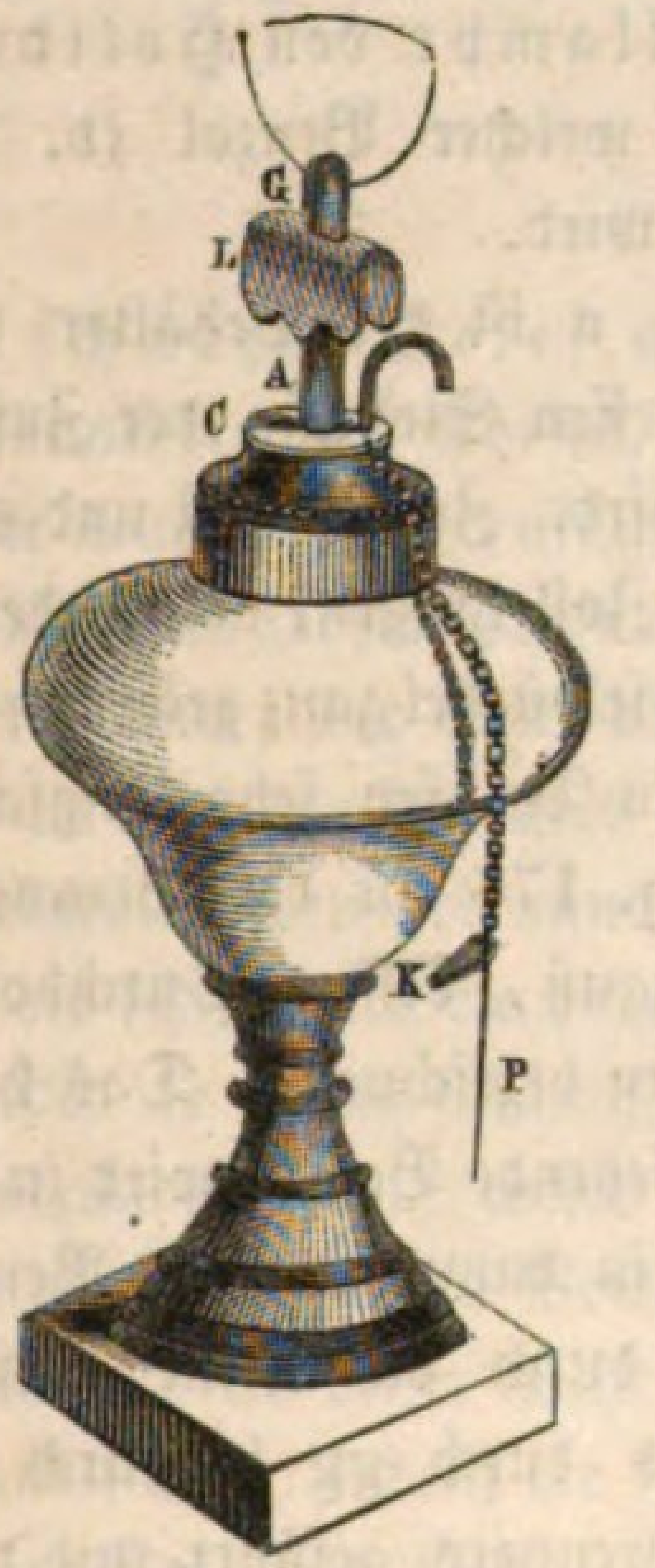


Fig. 171 u. 172.

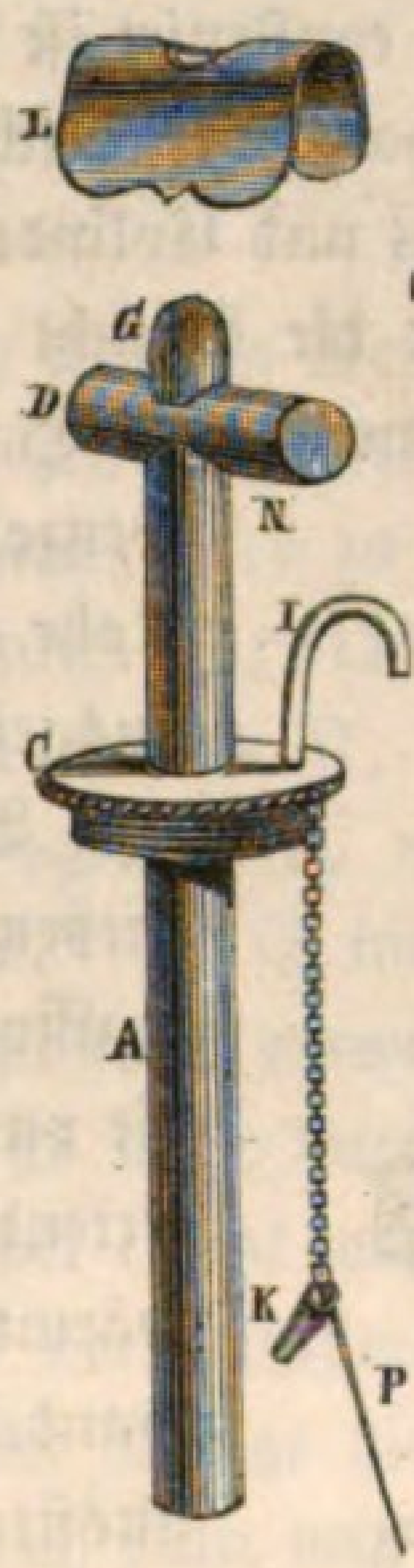


Fig. 173 u. 174.



der Erhitzung des letzteren, emporzusteigen. Es ist folglich eine Luftdrucklampe, die wir hier vor uns haben, und es weicht die Construction sonach wesentlich von den gewöhnlichen Dampflampen ab, in denen die Flüssigkeit nur durch Haarröhrchenanziehung in dem Dochte emporsteigt. Wird die Erhitzung des Raumes D zu stark, so kann man eine der Oeffnungen N durch den Stopfer P schließen. Beim Nichtgebrauch wird das Luftrohr I mittelst der Klappe K verschlossen. Der Docht wird in das Rohr A auf gewöhnliche Weise eingezogen. Die Hitze des Verdampfungsraumes, die durch die Flamme bei N unterhalten wird, verwandelt die Flüssigkeit in Dämpfe. Der Deckel L schützt den Verdampfungsraum gegen allen Luftzug. — Eine zweite Lampeneinrichtung (Fig. 173 und 174) bezieht sich auf Folgendes: Der Docht wird wie gewöhnlich in das Rohr F gebracht. Ein Schiebrohr A sitzt auf F; die gekrümmte Metallplatte C ist an der Brennspitze B des Schiebrohres angebracht und ebenso ist das letztere mit der kreisförmigen Platte D versehen, welche erhitzt wird, um die Leuchtflüssigkeit in

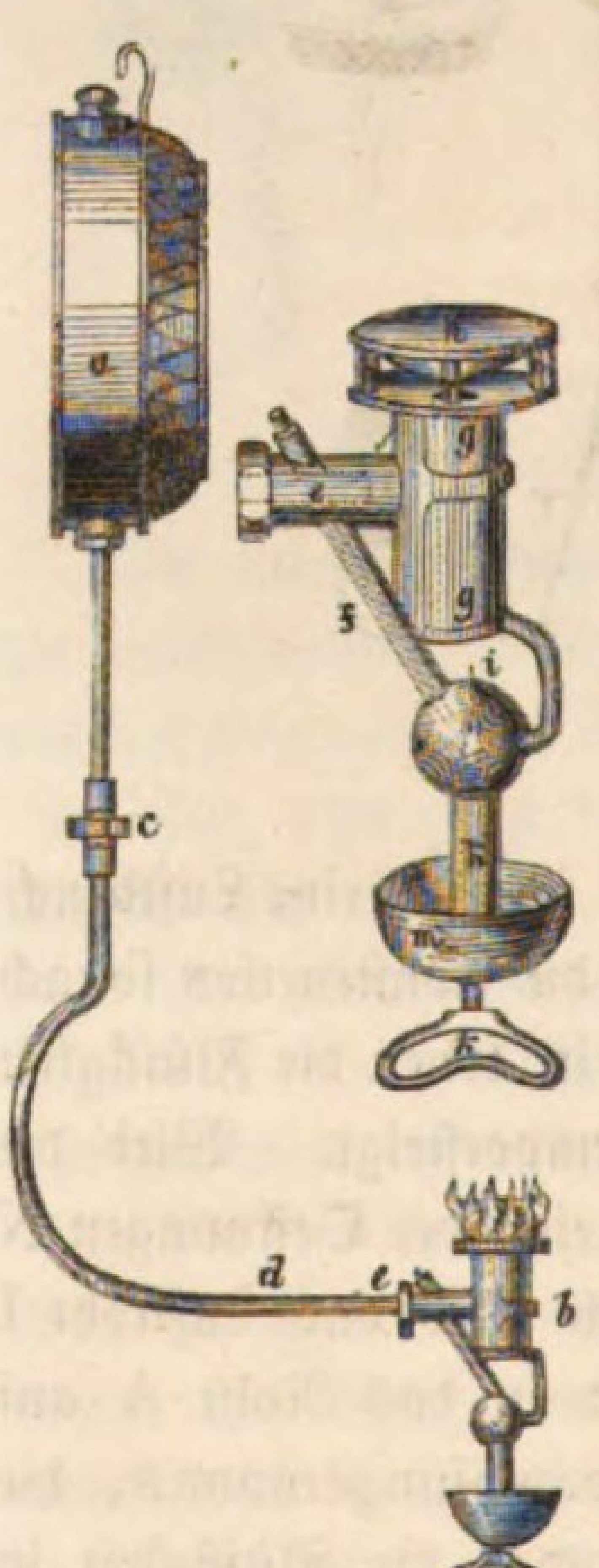
Dämpfe zu verwandeln. Der Schieber A wird durch die Platte D gehoben oder gesenkt, je nachdem man mehr oder weniger Licht haben will.

§. 222.

Eigenthümlich construirt ist die Benzollampe von Holiday (von Angerstein in Hannover beschrieben), in welcher Benzol (d. h. sogenanntes) ohne Docht und Cylinder verbrannt wird.

Fig. 175 zeigt die Ansicht der Lampe. a ist der Behälter für das Benzol, b der Brenner, c ein Hahn, durch dessen Stellung der Zufluß des Benzols regulirt wird. Zwischen d und e ist das Rohr mit einem 4 Zoll langen, vollrunden Docht ausgefüllt, so daß selbst bei ganz geöffnetem Hahn das Benzol nur in Tropfen sehr langsam ausfließen kann. Fig. 176 ist der Brenner, von massivem Messingguß, dessen Durchbohrungen die punktirten Linien bezeichnen. Das bei e eintretende, durch f fließende Benzol wird in dem erwärmten Brenner in dampfförmiges Benzol verwandelt, dieses, durch die kleine Oeffnung i ausströmend, wird durch gg hindurch in den oberen Theil des Brenners geführt und tritt hier unter die kreisrunde Platte h, auf deren unterer Seite in der Mitte ein konischer Ansatz sich befindet, um dadurch dem Benzoldampf eine seitliche Richtung zu geben. Dieser strömt endlich durch die Zwischenräume aus, welche die zehn runden, etwa 3 Linien von einander entfernten Säulchen n n n bilden; der hier angezündete Benzoldampf giebt ein völlig weißes, dem besten Gaslicht an Schönheit und Effect gleichkommendes Licht, welches fortwährend gleichmäßig brennt, nicht qualmt oder rußt und selbst von stärkerer Zugluft nicht ausgelöscht wird. Zur Regulirung des Dampfstroms ist im unteren Theile des Brenners die Schraube kk angebracht, deren konische Spitze durch die Oeffnung i tritt und diese zu einer ringförmigen macht, welche durch Stellung der Schraube beliebig vergrößert oder verkleinert werden kann. Das Näpfchen m wird vor dem Anzünden der Lampe mit Weingeist gefüllt, der angezündet den

Fig. 175. u. 176.



Brenner erwärmt, welcher später durch die Benzolflamme selbst warm erhalten wird.

Sicherlich eignet sich vorstehend beschriebene Lampe weniger zur Zimmerbeleuchtung, als zur Erleuchtung von Vorplätzen, Werkstätten u. s. w., in denen man Leuchtgas nicht haben kann.

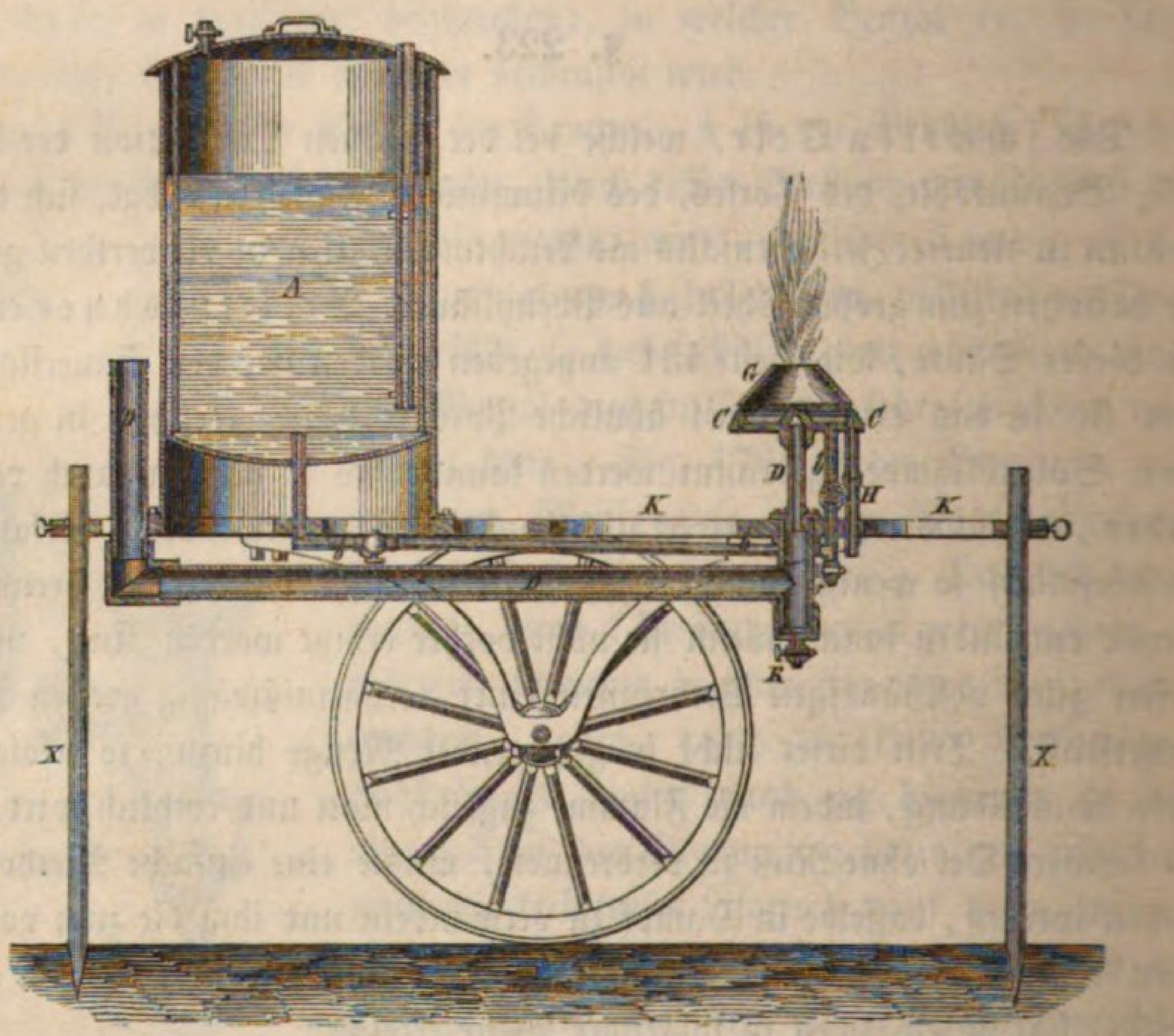
§. 223.

Die schweren Oele, welche bei der trocknen Destillation der Steinkohle, Braunkohle, des Torfes, des bituminösen Schiefers u. dgl. sich bilden, hat man in neuerer Zeit ebenfalls als Leuchtmaterialien zu verwerthen gesucht. Sie bestehen zum großen Theil aus Phenylsäure. Breitenlohner entzieht nun dieser Säure, wie Seite 431 angegeben worden ist, den Sauerstoff und führt sie in das dem Solaröl ähnliche Pyrogen über, welches in gewöhnlichen Solaröllampen gebrannt werden kann. Es ist indessen auch versucht worden, die schweren Oele direct als Leuchtstoffe zu verwenden. Bekanntlich sind dieselben so wenig flüchtig, daß man sie nicht durch einen brennenden Körper entzünden kann, wenn sie nicht vorher erhitzt worden sind, und bedürfen zum vollständigen Verbrennen einer verhältnißmäßig großen Menge Sauerstoff. Tritt dieser nicht in genügender Menge hinzu, so erfolgt eine starke Rußbildung, indem die Flamme zugleich matt und röthlich wird. Um das schwere Oel ohne Ruß zu verbrennen, mußte eine einfache Methode gefunden werden, dasselbe in Dampf zu verwandeln und ihm die zum vollständigen Verbrennen nöthige Quantität Sauerstoff zuzuführen. Donny (1858) hat diesen Zweck in folgender Weise erreicht:

Die Verdampfung und Verbrennung des Oeles läßt Donny in einem metallenen Gefäße stattfinden, welches die Gestalt einer flachen runden Schale hat. Das Oel fließt aus einer Mariotte'schen Flasche von eigenthümlicher Construction beständig in die Schale, so daß es in derselben immer gleich hoch steht. In der Mitte des Bodens der Schale steckt ein Rohr, welches bis über das Niveau des Oeles in die Höhe steht; durch dieses Rohr wird die zum Verbrennen nöthige Luft, welche in einem Gasometer oder durch ein Gebläse comprimirt ist, herbeigeführt. Ein Docht ist nicht vorhanden, sondern das schwere Oel brennt in der Schale an seiner ganzen Oberfläche. Um es im Anfange zum Brennen zu bringen, gießt man eine flüchtigere Flüssigkeit darauf und entzündet dieselbe. Donny fand Anfangs bei seiner Lampe eine Schwierigkeit, die aber jetzt ebenfalls gehoben ist. Nach dem Verlust seines flüchtigen Theils steigt nämlich der theerartige Rückstand durch Capillarwirkung an der Wand der Schale aufwärts, tritt über

denselben hinaus und bringt, indem er sich zersetzt, nicht nur einen mit dickem Rauche brennenden Dampf, sondern auch einen Absatz von Kohle hervor, welcher immer stärker wird, so daß er zuletzt die Benutzung der

Fig. 177.



Lampe nicht mehr gestattet. Man hat diesen Uebelstand nun dadurch beseitigt, daß in dem Rande der Schale ringsum eine Rinne angebracht wurde, in welche der Theer sich ergießt und aus welcher er sodann durch eine Röhre abfließt. Die Entzündung des Theeres wird durch ein Drahtgewebe verhütet, welches auf dem äußeren Rande der Schale befestigt ist und auf dem ringförmigen Canal eine Art Dach bildet. Ueber das Drahtgewebe wird ein konischer Schirm gestellt, aus welchem die Flamme oben heraustritt. Bei dieser Einrichtung kann man jede Art von schwerem Oel, ohne daß dasselbe vorher irgend gereinigt worden ist, vollständig ohne Rauch- und Rußbildung verbrennen.

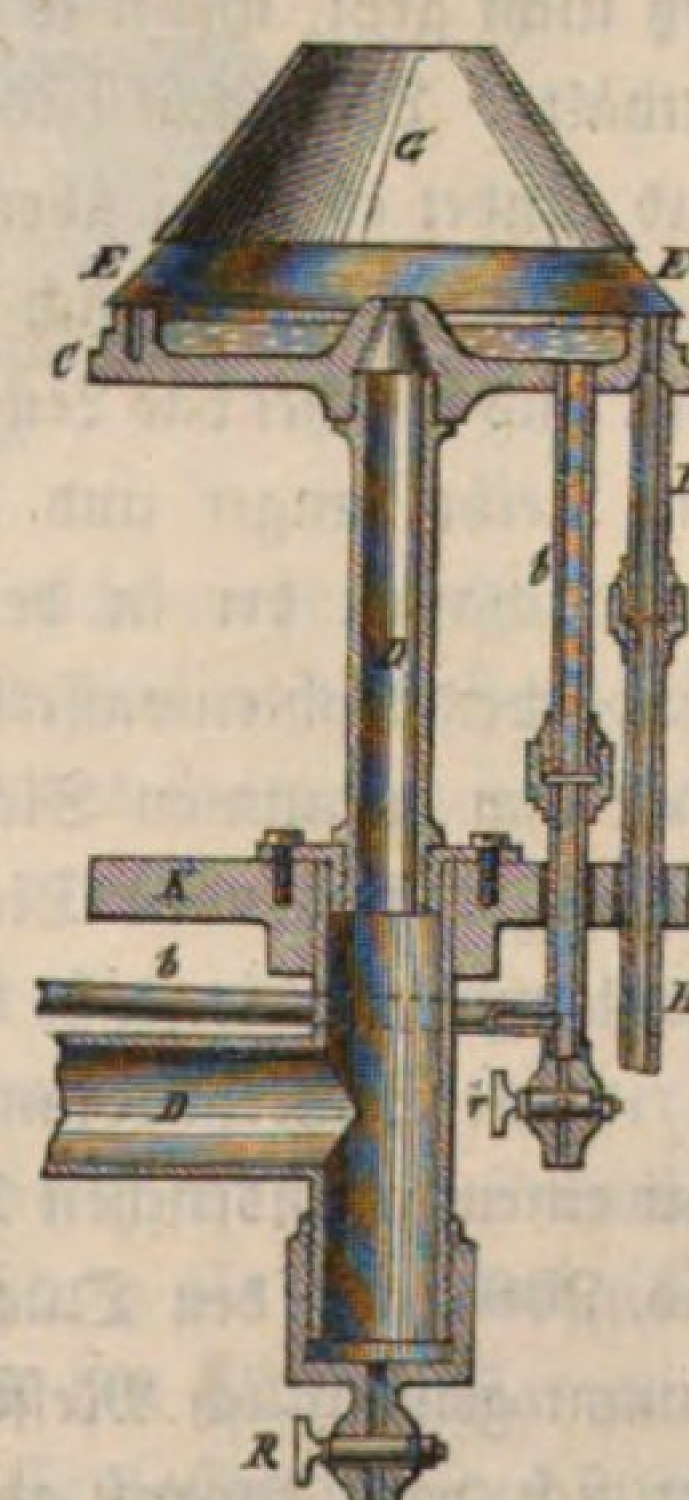
Die Donny'sche Lampe ist nicht zur Benutzung in Zimmern, sondern zur Beleuchtung von öffentlichen Plätzen, Bahnhöfen, Höfen ꝛc. bestimmt und kann übrigens auch zur Heizung verwendet werden, gleichwie die

Wärme, welche sie liefert, die nöthige Kraft erzeugen kann, um die zum Brennen der Lampe erforderliche Luft herbeizuschaffen.

Masson hat Versuchen Donny's beigewohnt, bei welchem sich Folgendes ergab: Eine kleine Lampe brannte mit schöner sehr weißer Flamme, ohne allen Rauch und Geruch; diese Flamme hatte 1 Centimeter Durchmesser und 1 Decimeter Höhe und die Intensität ihres Lichtes war gleich der von 10 Kerzen. Eine andere große Lampe gab die Helligkeit von ungefähr 400 Kerzen, so daß man in 30 Meter Entfernung noch leicht mittelst dieses Lichtes ein Journal lesen konnte. Die Flamme, sehr weiß und ohne Rauch, war bei dieser Lampe 50 Centimeter hoch, bei einem Durchmesser von 10 Centim. Die kleine Lampe verbrauchte pro Stunde circa 7 Centiliter, die große Lampe 3 Liter des schweren Oeles. Rechnet man den Preis desselben zu 11 Centimes, so kommt hiernach das der Helligkeit einer Kerze entsprechende Licht pro Stunde bei der kleinen Lampe auf 0,00077, bei der großen Lampe auf 0,0008 Frcs. zu stehen, wonach diese Beleuchtungsart fünf Mal wohlfeiler ist als die Gasbeleuchtung, welche in Paris das Licht einer Kerze für 0,0043 Frcs liefert.

Die Donny'sche Lampe läßt sich mit Hülfe einer geeigneten Vorrichtung leicht transportiren und eignet sich namentlich zur Beleuchtung großer Werkstätten. Fig. 177 giebt die Ansicht der Lampe nebst dem Wagen, auf welchem sie angebracht ist; Fig. 178 die Lampe im Vertikaldurchschnitte. A ist das Reservoir, von dem aus die Lampe mit dem Oel versehen wird, so daß dasselbe in der Lampe ein constantes Niveau hat; das Rohr b, durch welches das Oel in die Lampe gelangt, ist mit dem Hahn r zur Entleerung und Reinigung versehen. C ist ein schalenförmiges Gefäß, welches als Brenner dient und auf die Röhre D aufgeschraubt ist, durch die aus einem Gasometer oder durch ein Gebläse Luft herbeigeführt wird. E ist das oben erwähnte Metallgewebe, G der konische Schirm, H das Rohr, durch welches der theerähnliche Rückstand vom Verbrennen des Oeles aus der im Rande von C angebrachten Rinne abfließt. Der Wagen, auf dem die Lampe steht, hat zwei Räder und wird durch zwei Stäbe X X gestützt, die das Gestell K an jeder Seite festhalten.

Fig. 178.



§. 224.

IV. Die Sicherheitslampe.

Die Sicherheitslampe oder Davyne (lampe de sûreté, davyne, *safety-lamp*), im Jahre 1816 von Sir Humphry Davy construirt, gründet sich auf die Thatsache, daß zum Fortbrennen eines angezündeten Körpers nicht nur das Vorhandensein von atmosphärischer Luft, sondern auch außerdem noch nöthig ist, daß der angezündete Körper auf der zu seiner Verbrennung erforderlichen hohen Temperatur erhalten werde. Sir Humphry entdeckte, daß die Verbrennung durch ein enges Rohr hindurch sich nicht zu einem explosiven Gemisch aus Kohlenwasserstoffgas und Luft fortpflanzt, weil in Folge der abkühlenden Wirkung der Wände des Rohres das darin enthaltene Gas sich nicht bis zu der Temperatur erheben kann, die zur Verbrennung unumgänglich nöthig ist. Ein Metallrohr kühlt besser ab als ein Glasrohr, weil es die Wärme besser und schneller ableitet und deshalb besser gegen den Durchgang der Flamme schützt als die gläserne Röhre. Selbst die Maschen eines engen Drahtgewebes lassen die Flamme nicht durch sich hindurchgehen. Stellt man diesen Versuch über der Flamme des gewöhnlichen Kohlen- oder Holzgases an, so findet man, daß die Flamme durch das Drahtnetz nicht geht, wenn es auf den Quadratzoll nicht weniger als 400 Maschen enthält. Läßt man das Gas vor dem Anzünden durch das Gewebe strömen und zündet es dann über demselben an, so brennt es über dem Gewebe fort, die Flamme pflanzt sich aber nicht durch das Drahtnetz bis zu der Oeffnung fort, aus welcher das Leuchtgas strömt. Durch diese Beobachtungen und durch eine Reihe langer und mühsamer Untersuchungen über die Natur und die Eigenschaften der in den Kohlenbergwerken reichlich sich entwickelnden entzündlichen Kohlenwasserstoffe gelangte Sir Humphry zur Construction der nach ihm benannten Sicherheitslampe, die der Menschheit einen nicht hoch genug zu schätzenden Dienst geleistet hat, indem seit ihrer Anwendung in den Kohlengruben die Zahl der Explosionen sich bedeutend vermindert hat.

Die Sicherheitslampe von Davy ist eine gewöhnliche Oellampe und mit einem cylindrischen Drahtnetz umgeben, das auf den Quadratzoll 750 bis 900 (auf den Quadratcentimeter 144—160) Oeffnungen hat. Man nimmt gewöhnlich Messing- oder Eisendraht. Letzterer wird durch den Ruß, der sich bald darauf absetzt, vor dem Rosten geschützt. Fig. 179 zeigt die Lampe in ihrer gebräuchlichsten Form. A ist der Oelbehälter, der 100 Gramm Oel enthält, eine Menge, die für 10 Arbeitsstunden völlig ausreicht; BB ist das Drahtgewebe; CC ein Gestell aus Metallstäben, welches

dem Drahtnetz Halt ertheilt und die Lampe überhaupt handlich und dauerhaft macht. Der Draht, aus welchem das Netz besteht, hat $^1/_4$ bis $^1/_6$ Millimeter Durchmesser. Am obern Theile der Lampe ist das Drahtgewebe doppelt für den Fall, daß wenn das eine Gewebe durch die Flamme zerstört sein sollte, ein zweites als Reserve da sei. Die Dille der Lampe hat neben dem Dochthalter eine Oeffnung, durch welche ein hakenförmig gebogener Draht D auf- und ab bewegt werden kann; mit Hülfe dieses Hakens kann man die Höhe der Flamme reguliren, ohne genöthigt zu sein, das Drahtgewebe zu entfernen. Diese Lampe giebt dem Arbeiter den Zustand der Luft in den Gruben an und sagt ihm, wenn es Zeit ist, sich zu entfernen. Kommt der Arbeiter nämlich mit der Lampe an eine Stelle in der Grube, deren Luft Grubengas enthält, so ist im Innern der Drahthülle eine blaue Flamme, von der Verbrennung des Kohlenwasserstoffes herrührend, wahrzunehmen. Beträgt das Grubengas nur den 12ten Theil des Luftvolumens, so sieht man in der blauen Flamme noch deutlich die Kerzenflamme. Letztere ist nicht mehr sichtbar, wenn das Gas den 5ten oder 6ten Theil ausmacht. Ist endlich das Grubengas in solcher Menge vorhanden, daß es den 3ten Theil des Luftvolumens bildet, so löscht die Flamme aus. Sobald der Arbeiter in der Lampe durch die Veränderung der Flamme das Vorhandensein von Grubengas wahrgenommen hat, hat er sich schleunigst zu entfernen und die Grube nicht eher wieder zu betreten, bis durch Ventilation oder sonst auf andere Weise die Luft erneuert worden ist. Denn, wenn gleich mitunter das Drahtnetz bis zum Rothglühen erhitzt wurde, ohne daß die Entzündung nach außen hin sich fortpflanzte, so könnte doch auch das Gegentheil eintreten und eine Explosion erfolgen, zumal der Docht durch längere Einwirkung der hohen Temperatur der Gefahr der Zerstörung im hohen Grade ausgesetzt ist. Eine Luft, die $^1/_5$ — $^1/_4$ Kohlenwasserstoffgas beigemengt enthält, ist übrigens auch zum Athmen nicht mehr

Fig. 179.

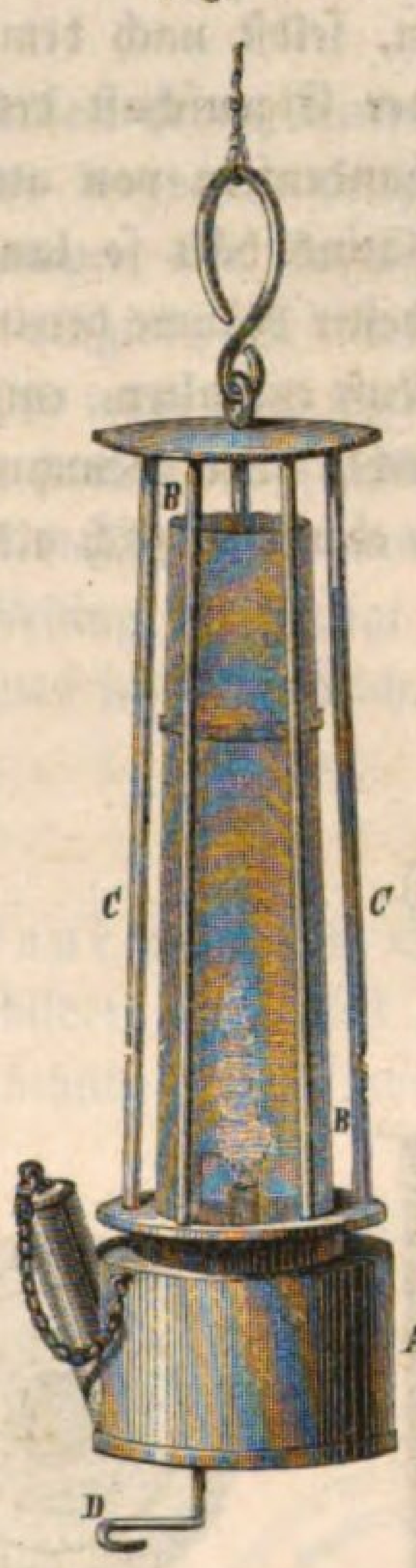
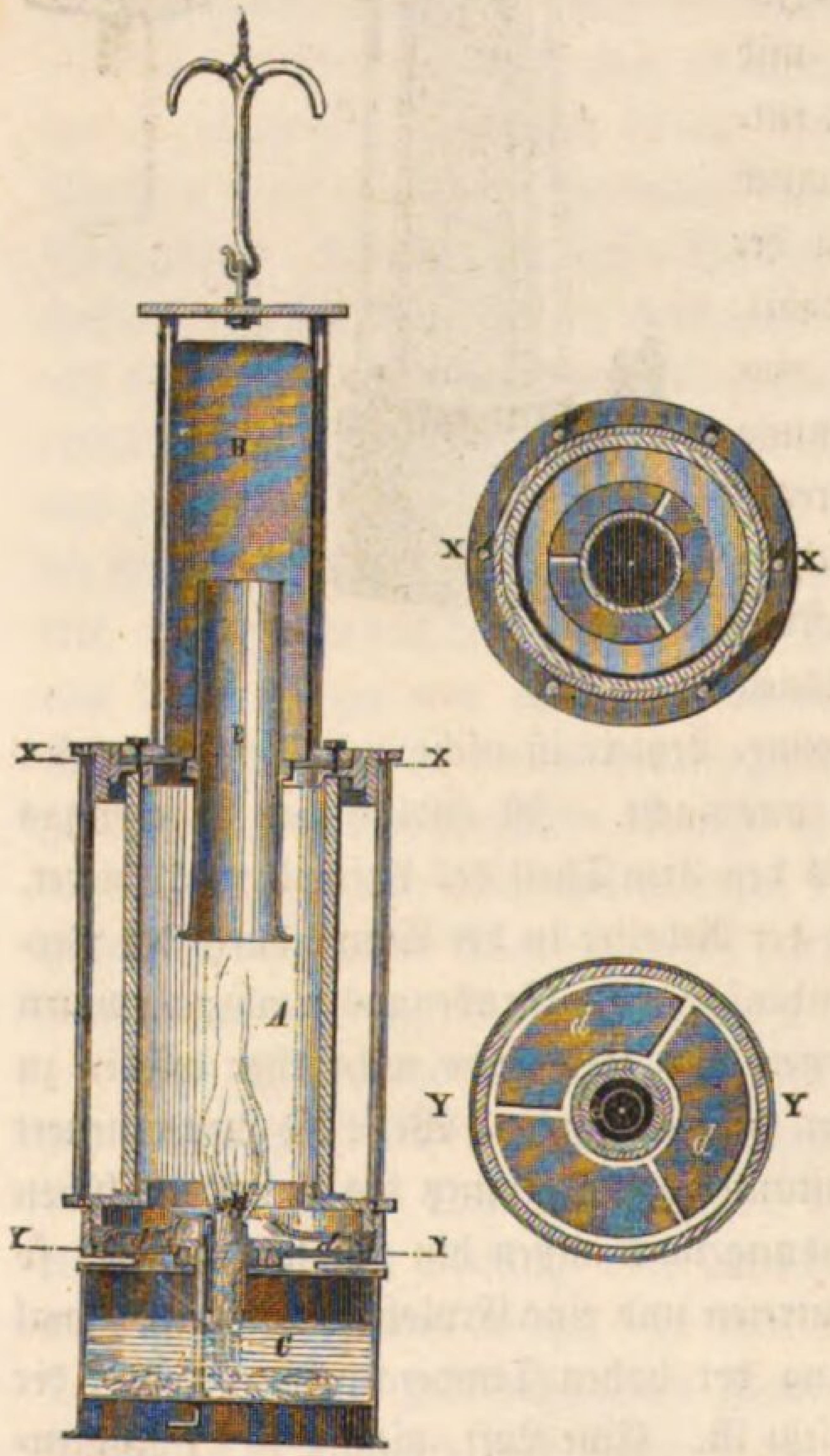


Fig. 180.



tauglich, und schon deshalb hat sich der Arbeiter zu entfernen. Um für den Fall des Rückzuges dem Arbeiter Licht zu verschaffen, umgab Sir Humphry die Flamme mit spiralförmig gewundenen Platindrähten von etwa $^3/_{10}$ Millimeter Dicke (Fig. 180). Einmal erhitzt, glüht der Platindraht in dieser Atmosphäre fort, selbst nach dem Erlöschen der Lampe. Dieses Fortglühen ist eine Folge der Eigenschaft des Platins, die Verbrennung entzündlicher Gase bei Vorhandensein von atmosphärischer Luft zu unterhalten. Das Glühen des Platins hält so lange an, als noch Luft in den Gruben ist. Sobald der Arbeiter Räume betritt, die eine sauerstoffreichere und somit nicht mehr explosive Luft enthalten, entzündet das glühende Platin das Gas und letzteres den Docht. Die Benutzung der Platinspirale in der Davy'schen Lampe ist daher ebenso nützlich als sinnreich.

Fig. 181.



Die Drahthülle, welche die Flamme umgiebt, vermindert begreiflicherweise die Lichtstärke der letzteren. Man hat diesen Uebelstand dadurch zu beseitigen gesucht, daß man hinter die Flamme Reflectoren aus Zinn anbrachte.

Von den Verbesserungen, welche die Davy'sche Lampe im Laufe der Jahre erfuhr, seien folgende angeführt:

In der von Combes (Fig. 181) construirten Lampe ist die Flamme von einem Glascylinder A umgeben, auf welchem erst die Drahtnetzhülle B befestigt ist. Die zur Unterhaltung der Verbrennung erforderliche Luft tritt durch runde Oeffnungen ein, die in dem vorspringenden Deckelrand des Oelbehälters C angebracht sind. Ehe die Luft in den Glascylinder tritt, strömt sie durch zwei übereinander liegende Scheiben

aus feinem Drahtgewebe dd. Die verbrannten Gase steigen in der Axe des Cylinders in einem Kamin aus Kupferblech E in die Höhe und gehen dann durch das Drahtnetz in die freie Luft. Diese Lampenconstruction ist sicherer (so lange das Cylinderglas unzerbrochen ist) und giebt mehr Licht als die gewöhnliche Sicherheitslampe.

In den Steinkohlengruben bei Swansea ist in neuerer Zeit eine Abänderung der Sicherheitslampe eingeführt worden, welche sich in ihrer äußeren Form den bekannten Moderatorlampen mit Kugelglocke anschließt. Das Drahtgewebe, welches die Flamme umgiebt, ist nämlich kugelförmig ausgebaucht, wodurch das Licht der Flamme mehr nach unten geworfen und verstärkt wird. Auch dadurch, daß man zu dem Drahtgewebe, statt des bald schwarz werdenden Eisens, eine weiße Metalllegirung anwendet, die aus 10 Th. Zinn, 3 Th. Zink und 2 Th. Messing angefertigt wird, vermehrt man die Quantität des durchgehenden Lichtes sehr wesentlich.

§. 225.

Die von Laurent und Lermusiaux construirte Sicherheitslampe ist Fig. 182 im Vertikaldurchschnitt abgebildet. Fig. 183 zeigt die untere Ansicht der Scheibe, auf welcher die Drahthülle sich befindet und die zum

Fig. 182.

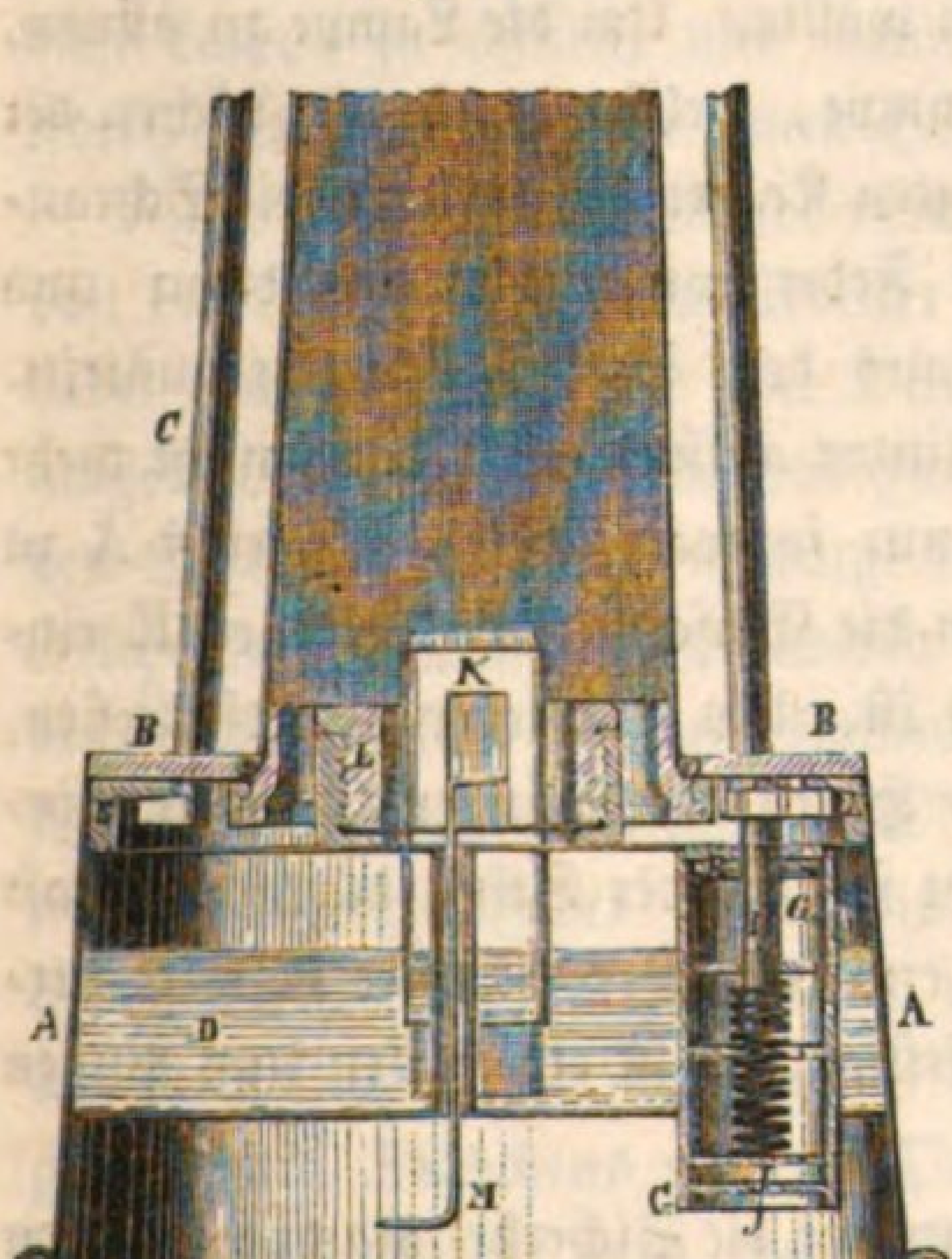
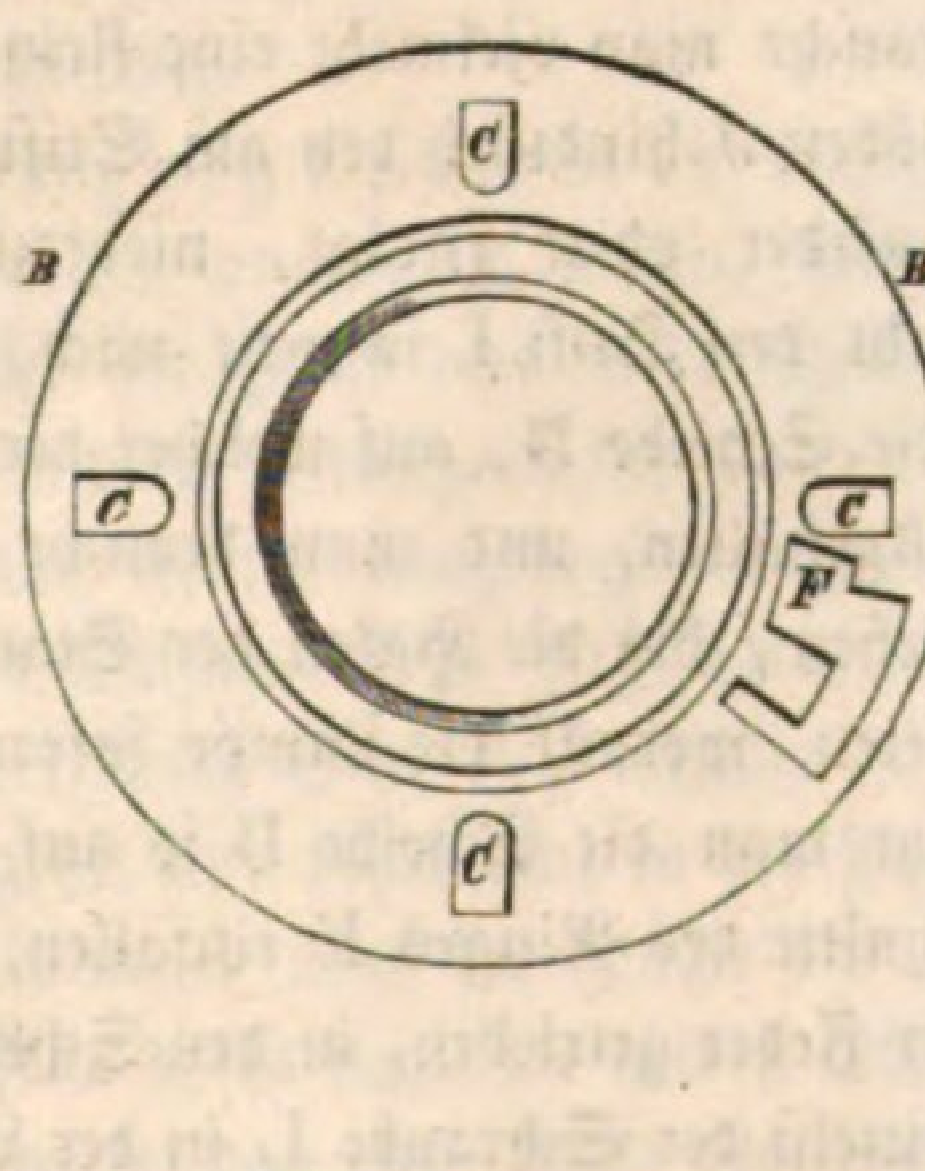


Fig. 183.



Verschluß der Lampe dient. Ueber dem konischen Lampengefäß A befindet sich die Scheibe B mit den vier Hängestangen C und dem Drahtcylinder.

Die Hängestangen C sind an die Scheibe B angelöthet und haben unten hakenförmig umgebogene Enden. D ist die Oelkammer, die ungefähr $^2/_3$ der Gefäßhöhe einnimmt. An der Innenfläche der Oelkammer ist ein kupferner Ring E befestigt, der rings herum einen nach innen vorspringenden, horizontalen Kranz hat; dieser Kranz ist jedoch an vier, gleich breit von einander abstehenden Stellen unterbrochen. Wenn die Lampe geschlossen ist, so fassen die Haken an den Enden der Hängestangen unter den Kranz, und soll die Lampe geöffnet werden, so müssen die Haken derart gedreht werden, daß sie unter die genannten vier Einschnitte des Kranzes E zu liegen kommen. An die untere Fläche der Scheibe B ist ein Schließkolben F angelöthet, welcher den den Verschluß der Lampe bewirkenden Stift aufnimmt. In Fig. 182 ist dieser Schließkolben nicht sichtbar, weil er hinter den sichtbaren Haken der Hängestange zu liegen kommt. In das Lampengefäß ist ferner ein kleiner kupferner Cylinder G eingelöthet, welcher bis unter die Oelkammer hinabreicht; derselbe ist oben durch einen aufgeschraubten Deckel H geschlossen, welcher nur dann weggenommen wird, wenn der Cylinder G gereinigt werden soll. Der Stift I, durch welchen der Verschluß der Lampe bewirkt wird, wird in den Schließkolben durch eine Schraubenfeder eingedrückt, welche unten gegen den oberen Boden J sich anlegt. Der obere Boden J ist am Rande mit Löchern versehen, der untere aber nur in der Mitte durchbohrt; dadurch ist es dem Arbeiter unmöglich gemacht, die Feder zu fassen und den Stift niederzuziehen, wenn er die Lampe öffnen wollte. Um die Lampe zu öffnen, braucht man vielmehr eine kleine Saugpumpe, welche durch die Löcher der Böden J hindurch den am Stift I befestigten Kolben, in welchen die Schraubenfeder oben endigt, niederzieht; die Feder comprimirt sich dann und zieht den Stift I so weit nach, daß er aus dem Schließkolben heraustritt. Die Scheibe B, auf welcher der Drahtcylinder aufsitzt, wird dann nicht mehr festgehalten, und man braucht sie jetzt nur so weit über dem Gefäß A zu drehen, bis die Haken der Stangen C in die Einschnitte des Ringes E eintreten, worauf die Lampe sofort geöffnet ist. Um sie wieder zu verschließen, setzt man die Scheibe B so auf, daß die Haken der Stangen C in die Einschnitte des Ringes E einfallen, und dreht sie, bis der Stift, durch die Kraft der Feder getrieben, in den Schließkolben eintritt. Der Brenner K wird vermittelst der Schraube L in der Lampe befestigt; M ist ein Haken zum Putzen des Dochtes.

Die mannigfachen Verbesserungen, welche die Sicherheitslampe erfahren hat, betreffen zweierlei, einmal eine größere Leuchtkraft bei gleichem Oelverbrauch, und dann den Mechanismus zum Verschließen der Lampe. Es ist jedoch nicht gelungen, einen Verschluß anzugeben, der dem Arbeiter

in der Grube die Eröffnung der Lampe gänzlich unmöglich macht. Geschieht derselbe mittelst eines Schlosses, zu welchem der Schlüssel in den Händen der

Fig. 184.

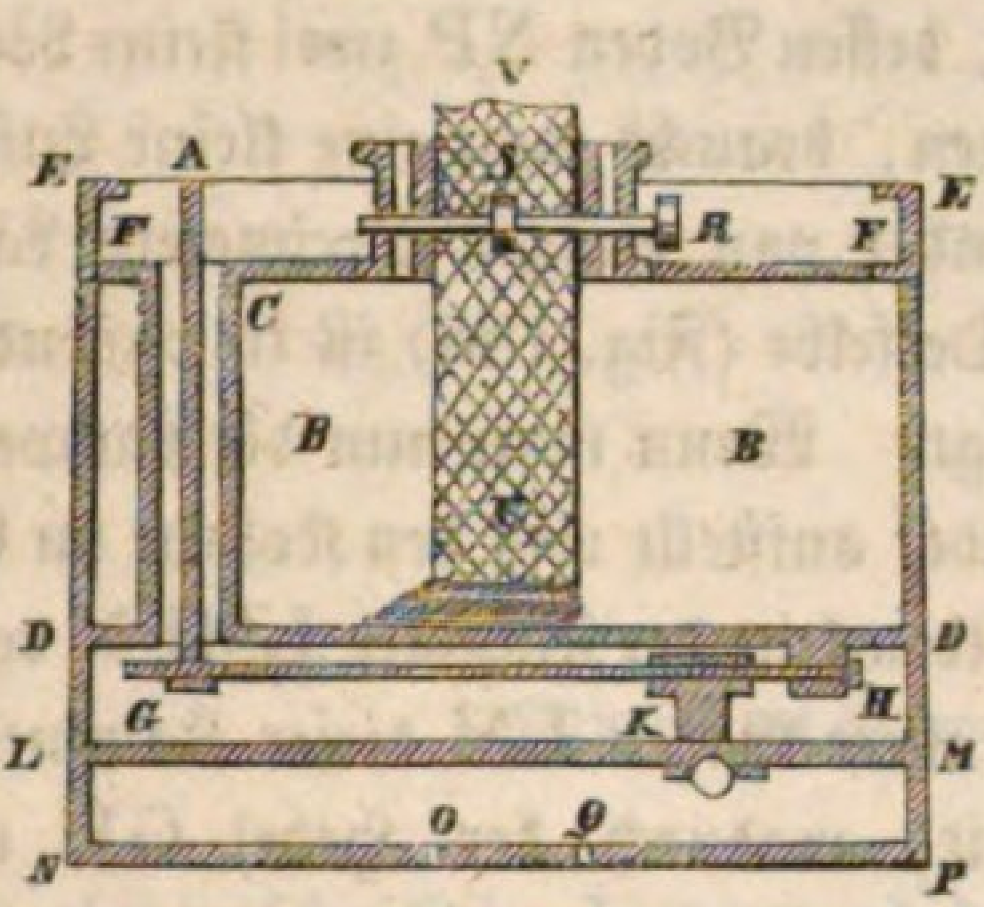


Fig. 185.



Aufseher bleibt, so gelingt es doch dem Arbeiter bei einfacher Einrichtung dieses Schlosses leicht, dasselbe ohne Schlüssel zu öffnen, und eine complicirte Einrichtung macht die Lampe unpraktisch. Dubrulle (aus Lille) hat nun an der unteren Hälfte der Lampe einen Stab angebracht, welcher die Drehung des oberen Theiles und folglich die Oeffnung der Lampe hindern sollte, da man diesen Stab nicht niederschieben konnte, ohne nicht zugleich die Lampe auszulöschen, allein die Arbeiter lernten doch schnell gewisse Handgriffe, um diese Lampe zu öffnen, und wenn sie auch auslosch, so konnte man sie ja jederzeit leicht wieder mit einem Hölzchen anzünden.

Die hier zu beschreibende neue Einrichtung von Laurent ist dagegen von der Art, daß sie dem Arbeiter jedes Oeffnen unmöglich macht, und ist dabei doch einfach. Die vier Drähte, welche die Hülle aus Metallgeflecht umgeben, um sie gegen Beschädigungen zu schützen, verlängern sich unter dem den Schornstein tragenden Ringe in Form von kleinen umgebogenen Haken, welche in Oeffnungen am oberen Ende des Aufsatzes EE (Fig. 184) über dem Lampengefäße eintreten können, wenn der kleine Stab A, welcher durch das Oelgefäß in dem Röhrchen C hindurchgeht, und durch eine in der Figur nicht angegebene Feder immer bis zu 5 Millimeter über die Fläche FF gehoben wird, etwas niedergedrückt wird. Man dreht dann die beiden Theile wie beim Bajonnetverschluß gegen einander, wobei das obere Ende des niedergeschobenen Stäbchens vor eine Oeffnung gelangt, und durch den Druck der Feder hineingepreßt wird, worauf keine Drehung mehr möglich ist; die Lampe ist geschlossen und kann nur wieder geöffnet werden, wenn das Stäbchen frei geworden ist, und dies ist nur möglich, wenn man die Feder comprimirt, die dasselbe andrückt. Dies geschieht aber in folgender Weise:

Das Stäbchen A tritt unter dem Boden DD des Oelgefäßes nahe am Rande heraus, und ist an einem kleinen horizontalen Eisen GH befestigt, welches sich um H dreht. Nahe bei diesem Punkte greift daran ein Knopf K an, der auf der dünnen beweglichen Scheibe LM sitzt, und unterhalb der letzteren befindet sich ein leerer Raum, dessen Boden NP zwei kleine Löcher OO besitzt. Um nun diese Lampe zu öffnen, braucht man eine kleine Luftpumpe, bestehend aus einem gebohrten Cylinder von einigen Decimetern Länge, in welchem sich ein Kölbchen bewegt. Derselbe (Fig. 185) ist in passender Höhe auf einem dreibeinigen Stativ befestigt. Wenn man nun die Lampe mittels einer Kautschukscheibe über dem Cylinder aufstellt und den Kolben im Cylinder niederzieht, so vermindert sich der Luftdruck in der Kammer LMPN der Lampe bedeutend, demgemäß biegt sich der obere Boden LM dieser Kammer conver ein, und nimmt den Knopf K mit, wodurch der Hebel GH und das Stäbchen A, welches das Oeffnen der Lampe verhinderte, herabgezogen wird. Die Lampe läßt sich jetzt öffnen, sobald man die beiden Theile nach der entgegengesetzten Seite gegen das Manöver beim Verschluß, dreht, und diese ganze Manipulation beansprucht nur wenige Secunden.

Um den Docht hinauf- oder hinabzuziehen, ist der Ring, welcher den Drahtcylinder trägt, auf seiner flachen oberen Seite nach Art einer horizontalen kreisförmigen Zahnstange gekerbt. Ein verticaler cylindrischer Knopf R, der zwischen dem Cylinder und der Dille liegt, und an dessem Stifte ein eben so gerändelter Knopf S in der Dille sitzt, welcher gegen den Docht drückt, greift in diese Zahnstange ein. Man hat daher nur nöthig, den Schornstein nach rechts und links zu drehen, um den Docht hinein oder heraus zu schrauben.

Gebr. Bell in New-Castle fertigen das Drahtnetz ihrer Sicherheitslampe aus Aluminiumdraht; derselbe soll mehr Licht durchlassen, sei nicht oxydirbar und sehr leicht.

Die Sicherheitslampe ist nicht nur in den Kohlengruben und Steinsalzbergwerken, wo sich auch bisweilen schlagende Wetter zeigen, anwendbar, sondern sie macht auch den Verkehr an Orten minder gefahrvoll, wo leicht entzündliche Gegenstände aufbewahrt werden, so z. B. in Pulverfabriken, in Brennereien, in Magazinen, in denen Spiritus, Aether, Photogen, Petroleum u. dgl. lagern, ferner in Gasanstalten, wenn man zur Reparatur der Röhren schreiten will.

(Anhang zur Lampenbeleuchtung.)

Die elektrische Beleuchtung und die Beleuchtung mit Kalklicht.

§. 226.

Das elektrische Licht.

Das prächtige und blendende Licht, welches die Entladung kräftiger elektrischer Ströme zwischen Kohlenspitzen (Kohlenlicht) oder vermittelst eines dünnen herabfallenden Quecksilberfadens (Quecksilberlicht) hervorruft, hat längst schon den Gedanken erweckt, das elektrische Licht als Beleuchtungsmittel in den Kreis der Bedürfnisse des gewöhnlichen Lebens zu ziehen. Leider ist bis auf den heutigen Tag die Lösung des interessanten und höchst wichtigen Problems nicht gelungen. Daß bei besonderen Veranlassungen, so bei Illuminationen, im Theater — die Sonne des Propheten —, für optische Vorstellungen (Chromatropen, Dissolving views, Vorzeigen von mikroskopischen Objecten), zur Beleuchtung solcher Bauten, die Tag und Nacht fortgesetzt wurden (z. B. bei dem Bau der Napoleon-Docks in Rouen, dem Ausbau des Louvre in Paris), das elektrische Licht Anwendung fand, ist bekannt, ebenso auch der Gedanke, es zur Straßenbeleuchtung zu benutzen. Die ersten Versuche der Art wurden von Jacobi in St. Petersburg angestellt. Von dem Admiralitätsthurme aus wurden die drei größten Straßen Petersburgs, Newsky Prospect, Erbsenstraße und Wosnesensky Prospect Abends von 7—10 Uhr beleuchtet. Das Licht war überaus glänzend, die Gaslaternen erschienen daneben roth und rußig, (die Batterie, welche den Strom lieferte, war eine Kohlenbatterie von 185 Elementen). Auch in andern Städten, so in London, Edinburgh, Paris, Brüssel wollte man auf Thürmen große Batterien aufstellen, um so durch wenige elektrische Lichter die Straßen zu beleuchten. Eine genaue Prüfung dieses Projects that aber sofort das Wider-

sinnige desselben dar, da ja nur diejenigen Straßen, die radial von den Thürmen auslaufen, der Länge nach beleuchtet, alle übrigen dagegen im Dunkel bleiben würden, mit Ausnahme der Dächer, auf welche überhaupt vorzugsweise die Beleuchtung sich erstrecken würde. Aber selbst in den radial auslaufenden Straßen nimmt die Intensität des Lichtes im quadratischen Verhältniß der Entfernung ab; es würde eine unleidlich grelle, aus dunklen Schlagschatten und taghellen Lichtern wechselnde Beleuchtung entstehen.

Was nun die Anordnung einer großen Zahl schwächerer Lichter betrifft, welche einer kleinen Zahl starker Beleuchtungspunkte vorzuziehen ist, weil sie eine gleichmäßigere Beleuchtung gestattet, so sagt darüber Heeren in einer 1860 veröffentlichten Abhandlung über elektrische Beleuchtung, daß man leider hier auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten stoße, da man doch unmöglich für jedes einzelne Licht einen Elektricität erzeugenden Apparat aufstellen und überwachen könne. Auch der Gedanke, eine möglichst große Anzahl elektrischer Lichter durch einen einzigen Apparat bedienen zu lassen, scheitert an unübersteiglichen Schwierigkeiten. Gesetzt, man wollte den Strom einer Batterie auf mehrere Lichter, z. B. zehn derselben, in der Art vertheilen, daß er sich in zehn einzelne Ströme verzweigte, deren jeder ein Licht unterhielte, so ist klar, daß eine solche gleichmäßige Theilung in zehn einzelne, gleich starke Ströme auf der Voraussetzung beruht, daß die zehn Leitungen genau gleichen Widerstand darbieten. Da dies wegen der ohnehin sehr schwierigen Regulirung der Kohlenspitzen praktisch zu den Unmöglichkeiten gehört, so würde sich der Strom sehr ungleich vertheilen und je nach der Entfernung der Kohlenspitzen bald auf dieses, bald auf jenes Licht werfen, folglich ein beständiges unerträgliches Schwanken der Helligkeit bedingen. Oder man wollte einen und denselben Strom ungetheilt an zehn Punkten zwischen Kohlenspitzen übergehen lassen. Auch diese Anordnung setzt die unerfüllbare Bedingung voraus, daß sich sämmtliche Kohlenspitzen in genau gleicher und der Lichtentwickelung möglichst günstiger Entfernung befinden, indem, wenn irgend eins der Kohlenpaare durch zufällige Störung in zu große Entfernung geriethe, der Strom gänzlich unterbrochen werden würde und sämmtliche Lichter verlöschen müßten. Schon die unabweisbare Nothwendigkeit, bei jedem Lichte eine Vorrichtung zur Regulirung der Kohlen anzubringen, würde der elektrischen Beleuchtung eine fast unerträgliche Last aufbürden.

Nachdem nun alle Versuche, von der elektrischen Beleuchtung für die Zwecke der gewöhnlichen Beleuchtung Vortheil zu ziehen, mit wenigen Ausnahmen [1]), vor der Hand als mißlungen betrachtet werden müssen, hat man

---

[1]) In Creuzot hat man versuchsweise das elektrische Licht längere Zeit zur Beleuchtung von Werkstätten benutzt.

sich dagegen mit Erfolg bemüht, das elektrische Licht durch Anwendung auf Leuchtthürmen der Schifffahrt nutzbar zu machen. Vorschläge, die elektrische Beleuchtung auf den großen Dampfbooten anzuwenden, um dadurch die Gefahr des Zusammenstoßens zweier Schiffe zu verringern, ferner das elektrische Licht für Arbeiten unter Wasser zu benutzen u. s. w., verdienen gewiß alle Beachtung.

§. 227.

Das elektrische Licht (der Lichtbogen) wird, wenn es sich um die Erzeugung von Kohlenlicht handelt, dadurch hergestellt, daß zuerst eine materielle Verbindung zwischen den mit den Polen des die Elektricität erzeugenden Apparates hergestellt wird. Dieß geschieht nun entweder dadurch, daß man, wie zuerst van Breda gezeigt hat, zwischen ihnen den Funken einer Flaschenbatterie hindurchschlagen läßt[1]), oder daß man beide Spitzen zuerst in Berührung bringt und dann allmählich von einander entfernt. Hat der Strom sich entwickelt, so lassen sich die beiden Kohlenspitzen, je nach der Stärke des Stromes, mehr oder weniger weit von einander entfernen, ohne daß die Fortdauer desselben unterbrochen wird. Man erblickt dann zwischen beiden Polen einen leuchtenden Bogen und gewahrt zugleich ein Ueberführen glühender Theilchen. Gerade dieser Uebergang fein zertheilter Substanz, welche dem Strom als Leiter dient, vermittelt die Fortdauer desselben. Die Länge des Lichtbogens steht daher in enger Beziehung zu der größeren oder geringeren Leichtigkeit, mit welcher der Stoff, der die Pole bildet, sich zu zertheilen fähig ist. Der Lichtbogen entsteht sowol im luftleeren Raum, wie in der Luft und in indifferenten Gasen.

Da der Lichtbogen aus Kohlenpartikelchen besteht, welche von den Kohlenspitzen herrühren, so nimmt die Masse derselben ab. Der Verlust der beiden Spitzen ist, wie die Erfahrung gelehrt hat, in der Luft wie für die einzelnen Spitzen sehr verschieden. Die positive Kohlenspitze ist weit heißer, erglüht lebhafter, und verliert noch einmal so viel Masse als die negative. Giebt man beiden Spitzen vor dem Gebrauch die Gestalt eines abgestumpften Kegels und stellt dann den Lichtbogen durch einen Strom von etwa 50 Bunsen'schen Elementen her, so wird sich die negative Spitze nach einigen Minuten schon scharf zuspitzen, während die positive kolbiger wird und an der der negativen Spitze gegenüberliegenden Stelle eine knotenförmige Ver-

---

[1]) Dieser Kunstgriff beruht darauf, daß die Entladung der Leidener-Flasche immer mit einer Ueberführung höchst fein zertheilter Substanz verknüpft ist, welche die Kette während der zur Bildung des Lichtbogens nothwendigen Zeit schließt.

tiefung erhält. Wechselt man mit der Richtung des Stromes, so daß die vordere positive Spitze zur negativen wird und umgekehrt, so ändert sich auch sehr bald die Gestalt der Spitzen und die vordere Spitze wird stumpf, die stumpfe aber spitz. Foucault hat gezeigt, wie man mittelst eines sogenannten elektrischen Mikroskopes diese Veränderung der Spitzen deutlicher noch machen kann, indem man ein durch die Linse des Mikroskopes erzeugtes Bild vergrößert auf einen Schirm fallen läßt.

Da durch die Ränder der Vertiefung in der positiven Kohlenspitze ein Theil des vom Lichtbogen ausgestrahlten Lichtes verdeckt wird, so pflegt man im Großen die Kohlenspitzen der Art einander gegenüber zu stellen, daß die Axen beider nicht zusammenfallen; die negative Spitze wird gegen die positive etwas nach der Seite hin verschoben, nach welcher das Licht des Lichtbogens seinen Effect äußern soll.

Für die Stärke des Lichtbogens ist es keineswegs gleichgültig, welche Kohlenart man verwendet. H. Davy, welcher zuerst im Jahre 1802 in London das Kohlenlicht mittelst eines aus 2000 Plattenpaaren bestehenden Trogapparates erzeugte, bediente sich gewöhnlicher Holzkohle, die vorher glühend gemacht und dann in Quecksilber abgelöscht wurde. Es zeigte sich aber, daß die Holzkohle zu weich war und an der Luft zu schnell verbrannte. Später nahm man die Bunsen'sche Kohle, die erhalten wird, indem man Steinkohle und Koks zerstampft, das Pulver mischt, mit Melasse getränkt in metallene Formen preßt und dann wie Thonwaare in einem Töpferofen brennt, oder besser noch die harte Kohle, welche an den Wänden der Steinkohlengasretorten sich absetzt und durch Sägen in passende Stücke zerschnitten wurde. Beide Kohlensorten, die Bunsen'sche Kohle wie die Gaskohle, obgleich ihrer Härte wegen nur langsam verbrennend, geben jedoch ein unregelmäßiges Licht von wechselnder Intensität, eine Folge der ungleichen Dichte der Kohle als auch des Umstandes, daß die in ihnen enthaltenen Aschebestandtheile zusammensintern und dadurch das Leitungsvermögen der Oberfläche der Kohle an einzelnen Stellen schwächen. Um die Lichtstärke zu erhöhen, hat man es noch versucht, die Kohle mit Borax, salpetersaurem Strontian, Chlorzink u. dgl. zu tränken. Wenn auch durch diese Stoffe die Helligkeit wächst, so steht deren Anwendung doch die Unregelmäßigkeit des Lichtes hindernd im Wege. Viel besser waren die von Jacquelain in Paris vor einigen Jahren, angeblich durch Pressen von mit einem Bindemittel vermischtem Ruß (also aschefreiem Kohlenstoff, darauf kommt es besonders an) dargestellt; sie nutzten sich äußerst wenig ab und gaben einen Lichtbogen von fast doppelter Helligkeit. Leider konnten diese Kohlen nur in kleinen Stücken und nicht in Stücken von solcher Dimension dargestellt werden, wie sie die

Anwendung des Kohlenlichtes auf den Leuchtthürmen erfordert. Die Fabrikation dieser Kohlen ist gegenwärtig auch aufgegeben. Nach dem Berichte Reynaud's (Director der Leuchtthürme Frankreichs) liefert der Apotheker Curmer in Paris Kohlen, welche hinsichtlich der Helligkeit und der Regelmäßigkeit des Lichtbogens nichts zu wünschen übrig lassen; leider verbrennen sie ziemlich schnell und haben dabei den Uebelstand, mitunter ihrer ganzen Länge nach zu glühen. Eine vollkommene Kohle, wie sie der Leuchtthurmdienst erheischt, ist daher noch zu erfinden.

§. 228.

Bei der Erzeugung des elektrischen Lichtes sind zwei Dinge in Betracht zu ziehen, nämlich 1) die Erzeugung von Elektricität, 2) die Hervorbringung des Lichtes.

Was den Apparat betrifft, so verwendete man bis auf die neuere Zeit die Säule und zwar gewöhnlich die Bunsen'sche. Wenn nun auch die Säule für die meisten kleineren Zwecke, für welche das Kohlenlicht Anwendung findet, völlig ausreicht, so ist doch zur constanten Beleuchtung von Arbeitslokalen, auf Leuchtthürmen die Säule nur umständlich und mit großen Kosten zu unterhalten[1]. Seit einer Reihe von Jahren hat man daher begonnen, den Strom durch Inductionsapparate zu erzeugen, welche nach dem Principe der Stöhrer'schen magneto-elektrischen Rotationsapparate gebaut sind und durch eine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt werden. Eine der größten elektro-magnetischen Maschinen der Art, wie sie zur Lichterzeugung verwendet werden, war von dem Director der Gesellschaft l'Alliance in Paris, Herrn Berlioz (rue St. Lazare 48) in London 1862 ausgestellt. Sie ist von Nollet, Professor der Physik in Brüssel erfunden und von van Molderen wesentlich verbessert worden. Sie besteht aus einem gußeisernen Gestell, dessen zwei nahezu kreisförmige Seitentheile in acht Theile getheilt sind, die eine Art Achteck bilden. Acht horizontale Schienen, welche an der virtuellen Spitze der Achtecke befestigt sind, tragen fünf parallele Reihen von acht magnetischen Bündeln, welche nach der Centralaxe des Gestelles convergiren. Die Magnete der beiden äußeren Reihen, zur Rechten und Linken, welche blos eine einzige Induction bewirken sollen,

[1]) Die Angabe Watson's, das elektrische Licht fast kostenlos dadurch herzustellen, daß zur Erzeugung des Stromes Stoffe angewendet werden, aus deren in der Batterie erzielten Producten nachher Farben bereitet werden können, verdient unter Umständen Beachtung. Vergleiche Polytechnisches Centralblatt 1853 p. 424.

werden nur durch drei hufeisenförmige und aufeinandergelegte Eisenstäbe gebildet; die Magnete der drei inneren Reihen, welche eine doppelte Induction zu bewirken haben, bestehen aus sechs Stäben. Das Inductionselement der Maschine besteht mithin im Ganzen aus 40 kräftigen Magneten, welche im Durchschnitt 20 Kilogr. wiegen und im Stande sind ihr vierfaches Gewicht oder 80 Kilogr. zu tragen; sie sind so angeordnet, daß die Pole, welche einander am nächsten sind oder im horizontalen Sinne einander gegenüber liegen, ungleich wenige sind.

Die fünf achteckigen Reihen magnetischer Bündel lassen zwischen sich vier gleiche Zwischenräume, worin vier Messingscheiben oder abgeplattete Cylinder angebracht sind. Diese Scheiben sind an der Mittelaxe des Gestelles befestigt, welche durch ihr Centrum geht und so die Drehungsaxe des Systems bildet; sie tragen an ihrem Umfange 16 Inductionsspiralen, eben so viele als Pole in jeder vertikalen Reihe von magnetischen Bündeln vorhanden sind. Das inducirte oder zu inducirende Element besteht also aus 64 Spiralen, welche sich sämmtlich mit der horizontalen Axe des Gestelles drehen und bei jeder Umdrehung unter den Einfluß von 16 abwechselnd ungleichnamigen Polen kommen.

Jede Spirale besteht aus einem hohlen Cylinder aus weichem Eisen von 5—6 Millim. Durchmesser und 96 Millim. Länge, welche der Länge nach gespalten ist, um den Magnetismus im Vorübergehen von den Magneten leichter annehmen zu können. Auf diese Röhre sind acht Kupferdrähte von 1 Millim. Durchmesser und 15 Meter Länge aufgewickelt, so daß die Gesammtlänge des Drahtes auf jeder Spirale 128 Meter beträgt, welche $1^1/_2$ Kilogr. wiegen. Die Drähte sind mit Baumwolle umwickelt und mittelst einer Lösung von Asphalt in Benzol oder Terpentinöl isolirt. Die Drähte haben auf allen Spiralen gleiche Richtung.

Die Maschine macht durchschnittlich 300 Umdrehungen in der Minute; diese Geschwindigkeit giebt das Maximum der elektrischen Intensität; jede Spirale erhält bei ihrem Vorübergang vor einem Magnetpole einen doppelten Strom, nämlich einen directen, wenn sie sich ihm nähert, und einen umgekehrten, wenn sie sich davon entfernt; mithin circuliren in jeder Spirale per Minute 9600 abwechselnde Ströme. In der That läßt sich jede Inductionsspirale bei einer Geschwindigkeit von 250—300 Umdrehungen als ein Element von mindestens der gleichen Stärke wie diejenige eines Bunsen'schen Elementes betrachten, so daß eine magneto-elektrische Maschine mit vier Scheiben dieselbe Kraft entwickelt wie eine Bunsen'sche Batterie von 64 Elementen mittlerer Größe.

Der Nutzeffect der Maschine ist eben so abhängig von der Gruppirung

und Combination der Spiralen, wie bei einer galvanischen Batterie von der Verbindung der einzelnen Elemente. Wenn man die Drähte aller Spiralen mit ihren gleichnamigen Enden vereinigt, so muß jeder Strom die beträchtliche Gesammtlänge der Drähte (= 2038 Meter) durchlaufen und so eine außerordentliche Spannung erzeugt werden. Sammelt man dagegen direct die Ströme aller Spiralen in einem gemeinschaftlichen Leiter, so erhält man eine um so größere Quantität von Elektricität, je dicker der Draht der Spiralen ist. Handelt es sich darum, einen bestimmten Lichteffect zu erzielen, so ermittelt man durch Versuche die beste Anordnung der Inductionsspiralen. Zu diesem Behufe verbindet man alle positiven Drahtenden mit einer metallenen, auf der Axe befestigten, aber davon isolirten Hülse; außerdem verbindet man diese Hülse und die Axe durch zwei dicke Drähte mit zwei kurzen dicken Stäben, deren Polenden fortwährend die beiden elektrischen Ströme, wie sie die Maschine liefert, aufnehmen. Diese Stäbe bilden in der That die beiden Pole der Batterie. Einige Löcher mit Klemmschrauben dienen zum Befestigen der Leitungsdrähte mit den Kohlenspitzen der elektrischen Lampe. Die Ströme, welche in den Spiralen bei der Bewegung inducirt werden, haben bei der Annäherung und Entfernung von den Magnetpolen eine entgegengesetzte Richtung.

Bei der Anwendung der gewöhnlichen Batterie muß man bekanntlich die beiden Kohlenspitzen von Zeit zu Zeit umwechseln, wenn das Licht seine Stärke und seinen Standpunkt unverändert behalten soll. Bei der vorliegenden Maschine findet nun auch zwischen den Kohlenspitzen ein Wechsel der Stromesrichtung statt, so daß beide Spitzen eine gleich starke Abnutzung erleiden.

Für die Beleuchtung im Großen muß man mindestens drei Scheiben (Rollen) anwenden; die Lichtintensität wächst stets mit deren Anzahl, so daß man ein Licht von 400 — 500 Carcellampen erzielen kann. Eine genaue photometrische Messung ergab für das durch eine Maschine mit vier Scheiben erzeugte Licht einen Werth von 125 Carcellampen (die Lampe zu 40 Grm. Oelconsumtion in der Stunde); da nun das Licht einer solchen Lampe 8 Kerzen entspricht, so ist das von der Maschinerie erzeugte Licht gleich 900 Kerzen. Die zur Bewegung der Maschine erforderliche Betriebskraft beträgt höchstens $1\frac{1}{2}$ Pferdestärke (d. h. ohne die Verbindung mit der elektrischen Lampe ist 1 Pferdekraft erforderlich; nach Einsetzung des Lichtbogens nimmt diese Kraft um 0,25 zu).

Seit dem Jahre 1859 wird die Beleuchtung auf dem Leuchtthurme zu South-Foreland unweit Dover in dieser Art bewirkt und hat sich bisher als vollkommen zweckentsprechend erwiesen. In Frankreich ist man (in

Folge einer Ministerialverordnung vom 14. Juli 1863) [1]) eben damit beschäftigt, auch den großen Leuchtthurm auf Cap de la Hève bei Havre mit elektrischer Beleuchtung zu versehen.

Für den Leuchtthurm zu South-Foreland sind für den Fall einer möglichen Störung zwei vollständige Apparate mit Dampfmaschine, Dampfkessel und allem Zubehör vorhanden; sie befinden sich in kleinen Gebäuden neben dem Leuchtthurm, in welchem die Drahtleitungen von dickem Kupferdraht hinauf laufen. Zur Erzeugung des Lichts dienen Stangen von hartgebrannter Kohle, etwa 10 Zoll lang und $^1/_4$ Zoll im Quadrat haltend, welche in verticaler Stellung mittelst einer Regulirung in der geeigneten geringen Entfernung von einander gehalten werden. Diese Regulirung mittels eines Uhrwerks mit Arretirung stimmt im Wesentlichen mit den zu demselben Zweck dienenden, längst bekannten Verrichtungen überein. Die zehnzölligen Kohlen halten etwa 3 Stunden aus, wo sie dann verbrannt sind und durch neue ersetzt werden. Um diese Auswechselung möglichst schnell ausführen zu können, befinden sich auf verticalen Schienen die die Kohlen tragenden Schlitten, und zwar sind solcher Schlittensysteme drei hinter einander, so daß, wenn die Kohlen des obersten verbrannt sind, man nach seiner Entfernung sofort das nächste, mit frischen Kohlen versehene System an seine Stelle bringen kann.

Der Leuchtthurm nebst den Nebengebäuden steht auf einer sehr hohen Klippe in St. Margarets-Bay, und da die Herbeischaffung des nöthigen Wassers für die Dampfmaschine Weitläufigkeiten herbeiführen würde, so hat man die sämmtlichen Pfeiler der Gebäude aus hohl gegossenem Eisen verfertigt, in welche man den verbrauchten Dampf der Maschine leitet, um ihn als destillirtes Wasser wieder zu gewinnen und immer wieder benutzen zu können.

§. 229.

Eine der Hauptbedingungen, unter welchen das elektrische Licht nur Anwendung für Beleuchtungszwecke finden kann, ist die, daß dasselbe wie andere Lichtquellen ungeschwächt längere Zeit fortdauere. Hiezu ist es aber nicht hinreichend, daß zur Erzeugung des Stromes eine constante Kette oder ein magneto-elektrischer Apparat angewendet werde, sondern es muß auch der Abstand der Kohlenspitzen von einander so viel als möglich unverändert bleiben. Da diese aber einer ununterbrochenen Abnutzung unterliegen, so

---

[1]) Vergl. Reynaud's Bericht über die Anwendbarkeit des elektrischen Lichts auf Leuchtthürmen im Bulletin de la société d'encouragement 1863 p. 496—504.

müssen dieselben fortwährend einander wieder genähert werden. Zu diesem Behufe sind verschiedene Apparate construirt worden, welche die Aufgabe haben, den beiden Elektroden eine Bewegung zu einander hin zu geben, welche im Verhältnisse zu ihrer Abnutzung steht. Dadurch erhält der Lichtbogen Dauer und eine constante Lichtstärke.

Von den verschiedenen Regulatoren, welche in der Praxis sich bewährt haben, seien einige im Folgenden erwähnt.

Das Princip des von Foucault[1]) construirten Apparates, welcher von Dubosq zur Construction seiner elektrischen Lampe benutzt wurde, besteht darin, den Strom, welcher den Lichtbogen erzeugt, zugleich zu benutzen, einen Elektromagnet zu magnetisiren, der auf ein Stück weiches Eisen einwirkt, welches an einer Feder befestigt ist. Letztere trägt zugleich eine der Kohlenspitzen. Durch die Anziehung des Eisens spannt sich die Feder und zugleich werden die Kohlenspitzen getrennt. Wird ihre Entfernung zu groß, so erlischt der Lichtbogen, aber auch der Magnet verliert seine Kraft und die Feder stellt die Berührung beider Spitzen wieder her, worauf sogleich mit dem Wiederauftreten des Stromes der Lichtbogen wieder erscheint[2]). Die nach Foucault's Idee construirte Lampe von Dubosq leidet an einem Uebelstande. Kommen nämlich bei Beginn des Versuches oder durch irgend einen Umstand bei einer zufälligen Unterbrechung des Stromes die Kohlespitzen in unmittelbare Berührung, und wird der Strom zwischen den Spitzen derselben hergestellt, so bleiben sie an einander haften und es bedarf der Nachhülfe des Experimentators, um sie von einander zu trennen, damit der Lichtbogen sich entwickele. Ist, wie es im Großen gewöhnlich der Fall ist, der Apparat an einem Ort aufgestellt, welcher nur umständlich erreicht werden kann, so ist der Lichtbogen nicht leicht und dauernd herzustellen.

Ein anderer Regulator ist der von Deleuil, welcher in Paris vielfältig benutzt wurde, so z. B. während des Sommers zur Beleuchtung der Seinebäder am Pont neuf. Ein metallener Dreifuß (Fig. 186) trägt die beiden Kohlenspitzen und den Regulator, der sie in constanter Entfernung hält. Die negative Spitze N ist an einem Metallstabe befestigt, welcher mit geringer Reibung in dem Träger D auf und ab geschoben werden kann, aber fest stecken bleibt, sobald er eingestellt ist. Die positive Kohlenspitze P wird in dem Maße, als sich der Zwischenraum zwischen beiden Spitzen vergrößern will, durch die Wirkung des Stromes emporgehoben. Dieß geschieht mit-

---

[1]) Foucault, Compt. rend. XXVIII p. 68; 698; Institut 1849 p. 17.

[2]) Ein ähnlicher Apparat ist von E. Staite construirt worden. Vergl. London Illustrat. News, Nov. 18. 1848.

telst des unten am Dreifuß befestigten Regulators, welcher in Fig. 187 noch besonders im Durchschnitt abgebildet ist. Ein Hebel A ist mit einem Ende

Fig. 186.

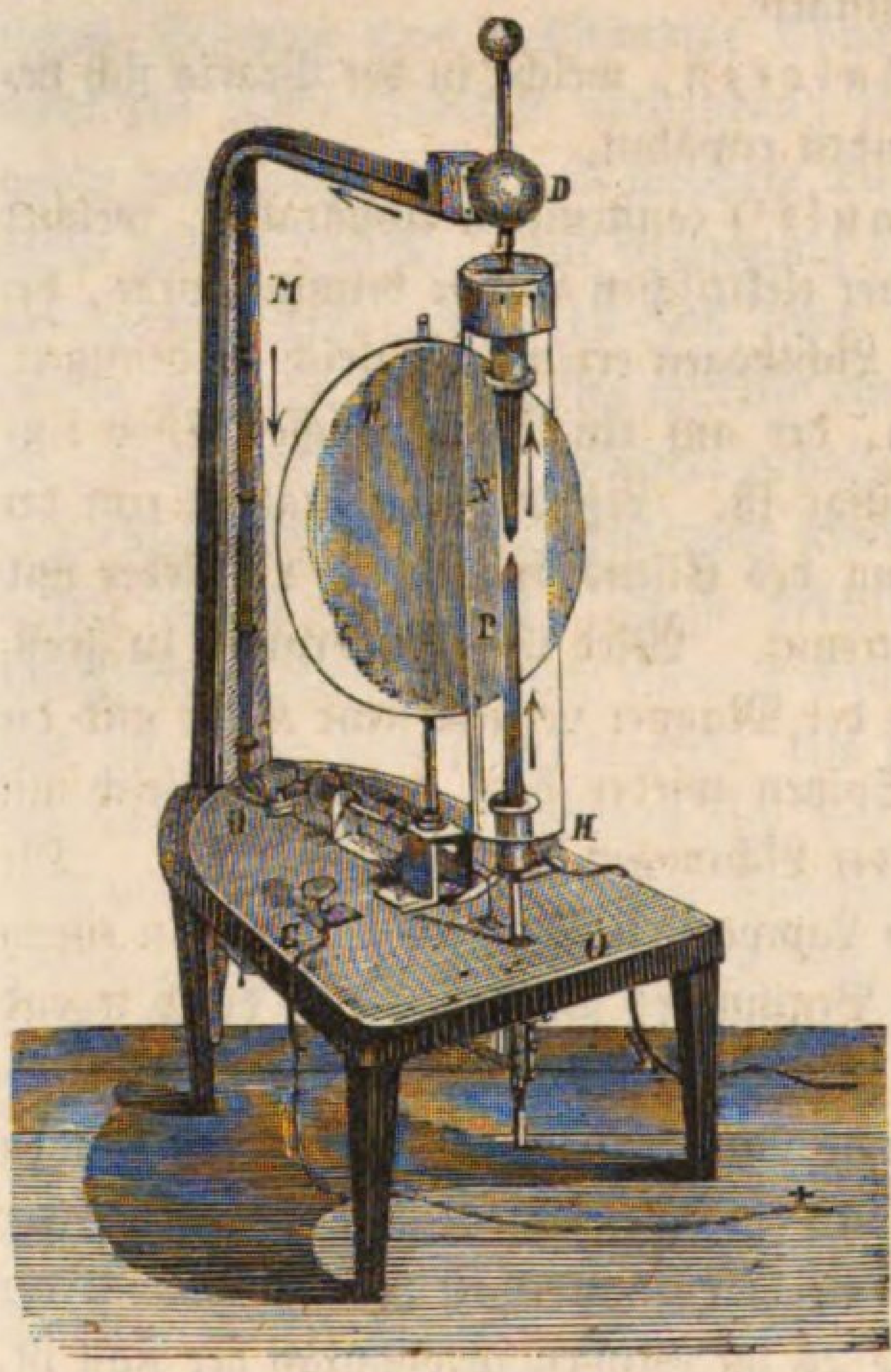
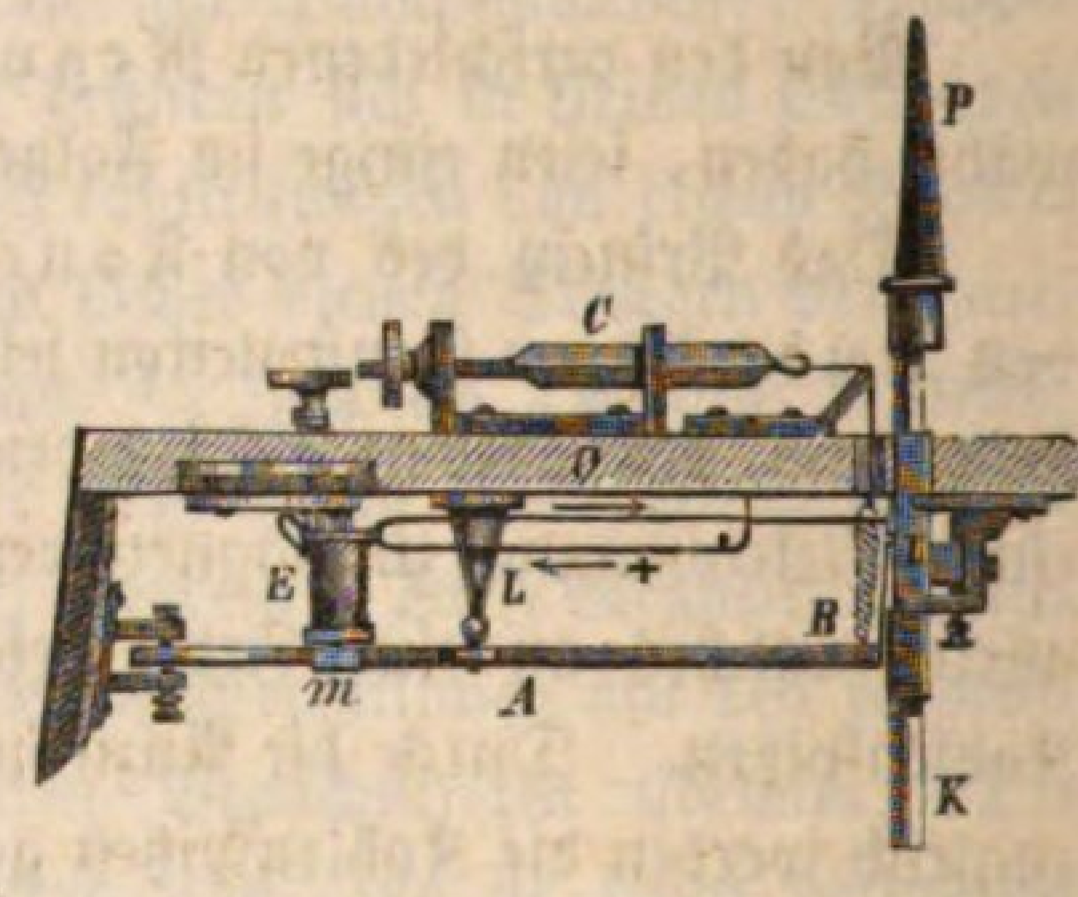


Fig. 187.



an eine Feder B befestigt und kann um den Stift L, als seinen Drehpunkt, auf und ab oscilliren, aber nur so weit, als die an seinem anderen Ende durch zwei Schrauben bewirkte Hemmung zuläßt. Der Hebel A wird in dem einen Sinne durch die Feder B gehoben, im anderen durch einen Elektromagneten E. Dieser letztere ist am Boden des Dreifußes befestigt und wirkt auf ein weiches Eisenstück m, das mit dem Hebel A fest verbunden ist, ein. Derselbe Strom, der den Lichtbogen hervorbringt, geht auch durch die Windungen des Elektromagneten. An das Ende des Hebels bei B ist eine kleine Stahllamelle befestigt, die sich mit ihrem freien Ende an die Zähne der Zahnstange K anlehnt. Geht nun der Strom durch den Apparat, so wird der Anker m von E angezogen, ohne jedoch die Pole des Magneten berühren zu können, und es hebt sich der Hebel bei B; dabei gleitet die Stahllamelle über die Zähne herab, ohne die Zahnstange K in Bewegung zu setzen. Nimmt nun allmählich der Zwischenraum zwischen den Spitzen P und N zu, so wächst auch der Leitungswiderstand; die Stromstärke aber

und in Folge davon auch der Magnetismus in E nehmen ab und die Feder B zieht den Hebel auf ihrer Seite in die Höhe; dabei greift die Lamelle I in die Zähne und hebt die Zahnstange mit den Kohlenspitzen um 0,25 Millimeter in die Höhe. Sobald die Kohlen einander wieder genähert worden sind, wächst auch die Stromstärke und damit die Stärke des Elektromagneten. Dadurch wird m gehoben, I aber wieder herabgezogen, um in einen tieferliegenden Zahn einzugreifen und bei wiederkehrender Schwächung des Stromes die Kohle wieder heben zu können. Der Lauf des Stromes im Apparate ist durch Pfeile angedeutet. Der Glascylinder, welcher die beiden Kohlen umgiebt, bewahrt sie vor Abkühlung durch Luftströme. Hinter den Kohlenspitzen befindet sich ein parabolischer Reflector von Argentan oder versilbertem Glase, welchen man nach Belieben entfernen kann.

Auch in der elektrischen Lampe von Serrin wirkt der Elektromagnet und zwar in zweifacher Weise auf die Kohlenspitzen ein, nämlich einmal durch Entfernung derselben von einander, wenn sie einander unmittelbar berühren, das andere Mal, wenn mit der Verringerung der Intensität des Stromes auch die Helligkeit des Lichtbogens abnimmt.

§. 230.

Im Jahre 1860 fand Way, daß das elektrische Licht auch mittelst Quecksilber hervorgerufen werden könne. Das so erhaltene Licht, das Quecksilberlicht, hat die im Vorstehenden geschilderten Uebelstände des Kohlenlichtes nicht. Es wird durch die Einwirkung des elektrischen Stromes auf einen dünnen herabfallenden Quecksilberfaden erzeugt. Das Quecksilber ist in einer Glaskugel enthalten und fließt daraus durch eine kleine Oeffnung aus, welche die Dicke einer höchst feinen Nadelspitze hat. Dieser Quecksilberfaden fällt in eine untenstehende kleine Schale herab, aus der das Quecksilber endlich in ein darunter befindliches Sammelgefäß abfließt, von wo aus man es wieder in die obere Kugel zurückgießt, so daß dieselbe Menge ohne Unterbrechung zu dem nämlichen Zwecke verwendet werden kann. Sobald die Poldrähte einerseits mit der oberen Kugel, andererseits mit der auffangenden Schale in leitende Verbindung gebracht werden, erzeugt sich das Licht, das sofort erlischt, sobald die Verbindung unterbrochen wird.

Da hier ein stetig fließender Quecksilberstrom als Brücke zwischen den beiden Polen der Batterie dient, so ist in Folge der Beweglichkeit und Flüchtigkeit jedes Hinderniß gegen die Entwickelung von Licht entfernt und dadurch die gewünschte Gleichmäßigkeit und Stetigkeit des Lichtes auf's vollkommenste erreicht. Damit das verflüchtigte Quecksilber sich nicht im Raume

verbreite, fließt das Quecksilber zwischen den beiden Gefäßen in der Axe einer dicht schließenden Glasröhre herab, welche so eng ist, daß sie in der Nähe des Lichtes heiß genug bleibt, um die Condensation des Quecksilbers zu verhindern.

Das Vorherrschen der blauen Strahlen und die kleine Menge rothen Lichtes in dem Quecksilberlichte müssen dieses Licht für viele Anwendungen als nicht zweckentsprechend erkennen lassen. Indessen zur Beleuchtung von öffentlichen Plätzen, von Leuchtthürmen, Schiffen u. dgl. ist es von großem Werthe [1]).

Die Lichterscheinungen, welche durch den elektrischen Strom in den Geißler'schen Röhren hervorgerufen werden, lassen sich zur Beleuchtung in Gruben verwenden. Diese Anwendung, zuerst von E. Reitlinger in Wien angeregt, ist von A. Dumas und Benoit [2]) vervollkommnet worden. Der von dem letzteren benutzte Apparat besteht aus drei Theilen: 1) einem galvanischen Element, 2) einer Ruhmkorff'schen Spirale und 3) einer Geißler'schen Lichtröhre. Die drei Theile sind so angeordnet, daß sie dem Bergmann in der Grube ein hinreichendes Licht liefern. Das Inductionslicht erhitzt die Röhre nicht, in welcher es sich erzeugt und es kann zu demselben kein Gas dringen. Der Apparat ist vollkommen isolirt und eben so dauerhaft wie die gewöhnliche Sicherheitslampe; es findet bei ihm keinerlei Ausdünstung statt. Endlich kann man ihn nach Belieben und augenblicklich anzünden und auslöschen. Der Apparat läßt sich 12 Stunden nacheinander benutzen, ohne daß eine Abnahme der Lichtintensität stattfindet.

§. 231.

Ueber die Kosten der elektrischen Beleuchtung sind bestimmte und allgemeine Angaben vor der Hand nicht möglich, weil noch keineswegs durch Versuche ermittelt ist, in welchem Verhältnisse die Intensität des elektrischen Lichtes zu der Intensität des elektrischen Stromes steht. Es müssen daher rein specielle Angaben genügen.

Wie bereits oben erwähnt, fand bei dem Bau der Napoleon-Docks in Rouen die Beleuchtung durch elektrisches Licht statt. Die dabei benutzten

[1]) Vgl. Chemical News, 1860 Septbr. No. 41 u. Dingl. polytechn. Journ. CLIX p. 46; ferner Philosoph. Magazine 1860, Oct. p. 249 und Dingl. polytechn. Journal CLIX p. 47.

[2]) Compt. rend. LV p. 439; Dingl. polyt. Journ. CLXVI p. 229.

Apparate, die 4 Monate lang mit großer Regelmäßigkeit functionirten, bestanden jeder aus einer Batterie von 50 Bunsen'schen Elementen großen Formats. Die Kosten für einen Apparat und einen Abend betrugen:

Für die Bedienung des Apparats	4,50	Francs,
Quecksilber	5,00	"
Zink	4,50	"
Kohlestäbchen	1,40	"
Salpetersäure	1,80	"
Schwefelsäure	1,84	"
Zusammen	19,04	Francs.

Die Kosten des Lichtes für 800 Arbeiter beliefen sich hiernach für einen Abend auf 38,08 Francs (wonach zwei solche Batterien benutzt sind) oder auf $4^3/_4$ Centimes für einen Arbeiter. Das Licht kam also sehr wohlfeil zu stehen, während andererseits die Arbeit ohne alle Gefahr und mit einer Regelmäßigkeit stattfand, wie man sie mit keiner anderen Beleuchtungsart erreichen kann.

Was den Preis des elektrischen Lichtes bei Anwendung eines Rotationsapparates mit 56 Magneten, der zwei Pferdekräfte zu seiner Bedienung forderte und 350—400 Umdrehungen in der Minute erlitt, und einer Serrin'schen Lampe betrifft, so giebt Reynaud hierüber folgende Notizen:

Die angewendeten Kohlen sind viereckig, haben 36—48 Quadratmillimeter Querfläche und 0,2 Meter Länge. Der sich bildende Lichtbogen kann in Folge der unaufhörlichen Schwankungen, denen er unterworfen ist, nicht photometrisch gemessen werden, dagegen läßt sich vergleichungsweise der praktische Lichteffect ermitteln und in Carcel-Brennern, wie es überhaupt in Frankreich gebräuchlich ist, ausdrücken. Versuche haben nun gezeigt, daß die Lichtintensität des obigen Kohlenlichtes im Mittel 180—190 Carcel-Brennern entspricht, jedoch ergab sich im Allgemeinen in Folge der fehlerhaften Beschaffenheit der angewendeten Kohlen nur eine Intensität von 140 Brennern. Die Abnutzung der Kohlen beträgt etwa 5 Centimeter für jede Spitze in der Stunde. Soll man nun dem elektrischen Lichte den Vorzug der Anwendung des Rüböles zur Beleuchtung der Leuchtthürme geben? Die Antwort wird verschieden ausfallen, je nachdem es sich um eine neue Einrichtung oder um die Einführung des elektrischen Lichtes an Stelle der Rübölbeleuchtung handelt. Was nun den letzteren, als den gewöhnlichsten Fall anlangt, so ergeben die angestellten Berechnungen, daß das elektrische Licht bei weitem

intensiver ist als das mit Rüböl erzeugte, der Preis der Einheit des Lichtes auch bei weitem geringer ist, daß aber die Unterhaltungskosten 29 Proc. mehr betragen, dafür wird aber auch der Lichteffect verfünffacht. In Bezug auf die Regelmäßigkeit des Dienstes bietet das elektrische Licht nicht dieselben Garantien wie die gewöhnliche Beleuchtung mit Rüböl, aber die Fälle des Auslöschens sind nicht zahlreich. Uebrigens ist der elektrische Apparat noch zahlreicher Verbesserungen fähig.

§. 232.

Das Kalklicht oder Drummond's Licht, an dessen Stelle in neuerer Zeit häufig das elektrische Licht getreten ist, wird erzeugt, indem man in die Flamme von Knallgas (aus 2 Vol. Wasserstoff und 1 Vol. Sauerstoff bestehend) ein Stück Kreide bringt. Die Kreide leuchtet bald darin mit einem Lichte, welches in Bezug auf Weiße und Glanz mit dem Sonnenlichte verglichen werden kann. Der Stift, welcher die Kreide trägt, erhält durch ein Uhrwerk eine langsame spiralförmige Drehung, damit die nämliche Stelle ihrer Oberfläche nicht zu lange der Wirkung der Flamme ausgesetzt bleibe, denn das Lichtausstrahlungsvermögen der Kohle vermindert sich bald, jedenfalls in Folge einer Zusammensinterung seiner Theilchen. Nach den Versuchen von J. Copcutt soll es vortheilhaft sein, wenn man die beiden Gase unter höherem Drucke anwendet; als Gasbehälter bedient man sich in diesem Falle zweier Gefäße, welche einen Druck von mehreren Atmosphären aushalten können.

Beachtenswerth für die Anwendung des Kalklichtes ist der neuerdings von H. Debray construirte Apparat. Derselbe besteht aus einem cylindrischen Fuß, in dem sich vermittelst Zahnstange und Trieb ein Träger vertikal bewegen läßt; am oberen Ende desselben sitzt eine kupferne, mit einiger Reibung drehbare Hülse, die zur Aufnahme des Kreidecylinders bestimmt ist. Ein Knallgasluftrohr, aus zwei in einander liegenden Röhren bestehend, ist seitlich so mit dem Fuß verbunden, daß er in horizontaler Richtung etwas verschoben und daher dem Kreidecylinder genähert oder von demselben entfernt werden kann. Andererseits läßt es sich, da die Röhren in einander verschiebbar sind, verlängern oder verkürzen. Der oberste Theil ist gegen den Kalkcylinder schwach gekrümmt.

Beide Röhren dieses Luftrohrs, von denen die innere Sauerstoff, die äußere Leuchtgas oder Wasserstoff zuführt, sind mit Hähnen versehen und durch Kautschukröhren mit den jene Gase liefernden Apparaten verbunden. Beim Gebrauch dieser Vorrichtung entzündet man zunächst das Leuchtgas

oder Wasserstoffgas und läßt hierauf den Sauerstoff zuströmen. Der Punkt, wo die Flamme den Kalkcylinder berührt, soll 15 bis 20 Millimeter unter der oberen Basis desselben liegen. Da derselbe bei der nur leicht gekrümmten Form des Löthrohrs über der Spitze desselben liegt, so gelangt alles ausgestrahlte Licht vollständig zur Benutzung.

Auch die Flamme des verbrennenden Magnesiums ist als Magnesiumlicht versuchsweise in neuerer Zeit zu Beleuchtungszwecken verwendet worden. So benutzte Bunsen im Jahre 1859 bei seinen Untersuchungen über die chemische Wirkung des Lichtes als constante Lichtquelle einen verbrennenden dünnen Magnesiumdraht, der bei einer schwachen Rothglühhitze sich entzündet und mit ungemein intensivem Lichte verbrennt. Ein ganz kurzes Stückchen desselben liefert einen Lichtball, der die Größe einer Flintenkugel zu haben scheint. Die ungemein hohe Temperatur, die bei dieser Verbrennung entsteht, die vollständige Feuerbeständigkeit der entstehenden Magnesia, endlich die bekannte Erfahrung, daß dieselbe selbst bei geringeren Hitzgraden vor dem Löthrohre sehr intensiv leuchtet, erklärt einigermaßen die überraschenden Resultate. Die Intensität des Sonnenlichtes ist etwa 524,7 Mal so groß, als die des Magnesiumlichtes. Ein Magnesiumdraht von 0,297 Millim. Durchmesser, von dem in der Minute 0,987 Millim. verbrennen, leuchtet so intensiv, wie 75 Stearinkerzen (5 auf das Pfund). Das verbrauchte Quantum Magnesium wiegt 0,120 Grm. Um 10 Stunden lang das Licht von 74 Stearinkerzen zu erhalten, sind 20 Pfd. Stearin oder circa 4¹/₃ Loth Magnesium nöthig. Bei dem jetzigen Preise des Magnesiums ist freilich diese Beleuchtung immer noch enorm theuer. Bedenkt man indessen, daß die Darstellung des Magnesiums wahrscheinlich keine größeren Schwierigkeiten machen wird, als die des Aluminiums, das anfangs auch äußerst theuer war und jetzt schon zu billigerm Preise in den Handel gebracht wird, so kann man nicht zweifeln, daß auch der Preis des Magnesiums sofort sinken würde, sobald sich ein regelmäßiger Verbrauch desselben entwickelte. Zu Beleuchtungen großer öffentlicher Plätze, zur Beleuchtung der sogenannten Gasmikroskope, zur optischen Telegraphie, zu Signalen, zu Leuchtthürmen 2c. dürfte dieses Magnesiumlicht besonders geeignet sein. Namentlich wichtig dürfte es für die Photographie werden.

Seit einigen Jahren hat man das schöne Licht, welches der selbstentzündliche Phosphorwasserstoff giebt, zu Signallichtern benutzt. A. Seyferth machte bereits im Jahre 1857 Versuche in Paris in dieser Richtung, die sehr befriedigende Resultate gegeben haben. Die im Jahre 1860 den Herren Silas und P. Ogier für Frankreich patentirten Signallichte sind erst, wie es scheint, aus Seyferth's Versuchen hervorgegangen. Das

Phosphorcalcium, welches zur Entwickelung des entzündlichen Gases dient, befindet sich in einem hermetisch geschlossenen Behälter, dessen Construction das Einführen von Wasser zur Erzeugung des Gases gestattet. Soll dieser Apparat zur See oder überhaupt auf dem Wasser gebraucht werden, so wird der Behälter durch Anhängen an ein Floß schwimmend erhalten, oder dadurch daß er die erforderliche Menge Luft enthält. Es läßt sich z. B. am oberen und unteren Ende des Apparates eine fest verkorkte Röhre anbringen, von denen die untere das Wasser hineinläßt, wenn der Behälter auf der Oberfläche schwimmt, und die obere das Gas, welches durch Vermischen des Wassers mit dem Phosphorcalcium entstanden ist, herausläßt, welches sich an der Luft sofort entzündet. Nachdem dieser Apparat in das Wasser gebracht worden ist, werden die Korke der Röhren dadurch durchlöchert, daß man einen vorher eingesteckten Draht mittelst eines Seiles herauszieht, wo dann die Gaserzeugung augenblicklich bei Zutritt des Wassers zum Phosphorcalcium erfolgt.

Soll der Apparat auf dem Lande benutzt werden, so wendet man zwei Behälter oder einen getheilten Behälter an; der obere Theil enthält Wasser und der untere das Phosphorcalcium. Eine Röhre mit Sperrhahn verbindet beide Theile, so daß das Wasser durch Drehen des Hahnes schnell in den unteren Theil gelassen werden kann. — Das Phosphorlicht eignet sich ganz besonders zum Gebrauch auf dem Meere bei stürmischem Wetter, da es weder durch Wind, noch durch Feuchtigkeit verlöscht. — Die Patentträger[1]) geben ihrem Apparate eine verschiedene Construction, je nachdem er dienen soll als Bake (Lärmfeuer), Nothsignal, oder zum Gebrauche für Eisenbahnen, überhaupt als Signal zu Land und zu Wasser, wo ein kräftiges, unverlöschliches und controlirbares Licht erforderlich ist, oder endlich als unterseeisches Licht (Lampe) bei Untersuchung der Schiffsschraube, des Kiels, bei Ausführung unterseeischer Operationen und Bauten. Eine andere Modification des Apparates besteht darin, ihn als Geschoß in Form einer Hohlkugel von Holz oder dünnem Metallblech anzufertigen; diese Kugel soll unter Anderen im Kriege zur Beleuchtung einer Küste, wo sich eine feindliche Flotte befindet, angewendet werden. Wenn man sie nämlich aus einer Kanone oder einem Mörser abfeuert, so wird vermittelst eines Seiles, welches vorher an dem Geschütz befestigt wurde, der Draht aus der Bleischeibe, welche die Oeffnung verschließt, herausgezogen, daher, wenn die Kugel in das Meer fällt, das Wasser eindringt und Phosphorwasserstoffgas entwickelt. Das

---

[1]) Practical Mechanic's Journal, April 1860 p. 15 und Dingl. polytechn. Journal CLVII p. 108—113.

Gas brennt am Mundstück, während die Kugel auf der Oberfläche des Wassers schwimmt.

Zum Schlusse dieses Abschnittes sei endlich das künstliche Licht erwähnt, welches seit einigen Jahren zu photographischen Zwecken Anwendung findet. Nach der Vorschrift von Wulff wird dieses Licht erzeugt durch Abbrennen einer Mischung von 300 Th. Kalisalpeter, 100 Th. Schwefel, 20 Th. Schwefelantimon, 40 Th. Realgar. 200 Grm. dieser Mischung geben ein 10—15 Sekunden dauerndes Licht. J. Moule wendet zu gleichem Zwecke eine Mischung von 112 Th. Kalisalpeter, 42 Th. Schwefelblumen und 12 Th. Schwefelantimon an. Böttger benutzt das weiße Licht, welches entsteht, wenn man kleine Stückchen Stangenschwefel auf geschmolzenes chlorsaures Kali wirft. v. Babo endlich erzeugte eine Flamme von großer actinischer Wirkung [1]) durch Verbrennen einer Mischung von Stickoxydgas und Schwefelkohlenstoffdämpfen, welche er aus der Spitze einer Röhre ausströmen ließ und entzündete.

---

[1]) Unter Actinismus versteht man die chemisch-photographische Wirkung der Lichtstrahlen. Der violette und blaue Strahl besitzen die stärkste actinische Wirkung.

Die Leistung der Leuchtmaterialien und Leuchtapparate und deren Werth.

§. 233.

Allgemeines.

Die Lichtmenge, welche von einer Flamme ausgestrahlt wird, läßt sich nicht absolut messen, auch nicht aus der chemischen Zusammensetzung des Materiales berechnen, welches die Flamme liefert, wie es der Fall ist bei der Bestimmung des Wärmequantums, welches ein Brennstoff bei seiner Verbrennung liefert. Eine Ermittelung der Leistung oder der Güte der Leuchtmaterialien, mit anderen Worten seine Leuchtkraft, kann daher nur durch Vergleichung gewonnen werden.

Ein Leuchtapparat, sei derselbe eine Kerze, eine Lampe oder ein Gasbrenner, wird seine Function um so besser erfüllen, je größer und je schöner die Menge des Lichtes ist, welches derselbe aus einem gegebenen Quantum eines bestimmten Leuchtstoffes hervorzubringen vermag. Die Leuchtkraft eines Leuchtmateriales ist mithin abhängig von der Lichtmenge und von dem consumirten Leuchtstoff. Die Leuchtkraft steht folglich in directem Verhältnisse zur Lichtstärke und im indirecten zum Materialverbrauch.

Den Verbrauch an Leuchtstoff findet man bei Kerzen und flüssigen Leuchtmaterialien (Rüböl, Solaröl, Petroleum) einfach durch Abwägen des Materials vor und nach dem Versuch; die Menge des consumirten Gases giebt die Gasuhr an.

Zur Schönheit des Lichtes gehört die Weiße der Flamme, möglichst constante Helligkeit derselben und vollständige Verbrennung des Leuchtstoffes, also absolute Abwesenheit von Rauch.

Die Quantität des Lichtes wird gemessen durch die Lichtstärke unter Berücksichtigung des Zeitraumes, während dessen diese angedauert hat.

Die Leuchtkraft eines Leuchtmateriales oder eines Leuchtapparates, der zur Verbrennung des Leuchtstoffes dient ist

1) bei gleichem consumirten Leuchtstoffquantum und gleicher Brenndauer um so größer, je größer die Lichtstärke oder Helligkeit ist;

2) bei gleicher Stoffconsumtion und gleicher Lichtstärke um so größer, je größer die Brennzeit;

3) bei gleicher Brennzeit und gleicher Lichtstärke desto größer, je weniger Leuchtstoff consumirt wurde.

Bezeichnet man die Leuchtkraft durch L, die Brennzeit durch Z, die Lichtstärke oder Helligkeit durch H, das Gewicht des consumirten Leuchtstoffes durch G, so erhält man

$$L = \frac{H \cdot Z}{G}$$

oder mit Worten: Brennzeit multiplicirt mit der Lichtstärke und das Product durch das Gewicht des consumirten Brennstoffes dividirt, giebt als Quotienten das Maß für die Leuchtkraft eines Stoffes oder eines Apparates (z. B. einer Lampe).

§. 234.

Drückt man G und Z in Lothen aus, so kommt es nur noch darauf an, welche Einheit man der Größe H zu Grunde legen will. Ein Normalmaß für die Helligkeit oder Lichtstärke, welche constant und doch auch Jedermann zugänglich ist, ist aber nicht so leicht gefunden als man glaubt. Würde man mathematische Genauigkeit beanspruchen, so würde die Aufgabe als eine vor der Hand ganz unlösbare zu bezeichnen sein. Ein für die Anforderungen des gewöhnlichen Lebens genügendes Normalmaß ist die Kerzenflamme (in Frankreich gewöhnlicher das Licht einer Carcel-Lampe; vergl. Seite 548), die auch in der That dazu dienen kann, wenn nur nicht so verschiedene Kerzen und diese wieder in so verschiedener Art dabei zur Anwendung gebracht würden, wie dies leider der Fall ist. Wachskerzen geben die unbrauchbarsten Normalflammen. Die Beschaffenheit des Wachses ist eine äußerst wechselnde und die Leuchtkraft der Kerzen nach dem Jahrgang, der Gegend, wo das Wachs producirt wurde, der Fabrik, je nachdem das zur Kerzenfabrikation verwendete Wachs rein ist oder mit Paraffin und Stearinsäure versetzt wurde, eine sehr verschiedene. Ein anderer Uebelstand in den Wachskerzen ist der Docht, der gewöhnlich ein Büscheldocht ist und daher aus lose neben einander liegenden Parallelfäden besteht, die nur unvollkommen und unter Bildung eines Kohleknopfes verbrennen. Etwas

anderes ist es mit den Stearin- und Paraffinkerzen, namentlich aber mit den Wallrathkerzen, deren Material im Allgemeinen weit gleichmäßiger ist als das der Wachskerzen und die auch einen geflochtenen Docht haben, der mit genügender Regelmäßigkeit verbrennt.

Ein höchst unvollkommenes Verfahren, eine Normalkerzenflamme zu bezeichnen, besteht darin, daß man die Zahl der Kerzen angiebt, welche auf 1 Pfd. gehen; am häufigsten werden Kerzen von der Sorte 6 Stück pro Pfund genommen, doch giebt es auch Fälle, wo bei contractlichen Bestimmungen die Helligkeit einer Wachskerze von der Sorte 4 Stück pro Pfund zu Grunde gelegt wurde. Selbstverständlich hängt aber die Größe und Helligkeit der Flamme einer Kerze nicht sowol von dem Umstande ab, ob 4 oder 6 Stück Kerzen auf das Pfund gehen, als vielmehr von der Dicke des Dochtes. Denn der Durchmesser der Kerze selbst steht mit der Größe und der Beschaffenheit der Flamme in keinem nothwendigen Zusammenhange, wenn auch im Allgemeinen größere Kerzen dickere Dochte erhalten als kleinere. Das Verhältniß zwischen Docht und Kerzendicke ist aber so sehr von dem Kerzenmaterial, so wie von dem Gebrauche in der Fabrik abhängig, daß eine Uebereinstimmung in dieser Beziehung nicht besteht. Es wäre daher wohl passender, wie Heeren vorschlägt, anstatt die Gewichtssorte der Kerzen anzugeben, die Dochtstärke in der Art zu bezeichnen, daß man das Gewicht des Dochtes z. B. für 1 Meter genau ermittelte.

Ein anderer Mangel an Uebereinstimmung liegt in der Art und Weise der Behandlung der Kerze. Einige wollen, daß die Flamme durch Abschneiden des Dochtes auf einer mittleren Höhe erhalten werde, andere dagegen lassen die Kerze ungeputzt fortbrennen, noch andere, daß das Maximum der Helligkeit als Norm angenommen werde. Was die Helligkeit einer Lichtflamme betrifft, die man ungestört fortbrennen läßt, so ergaben sich nach von Heeren angestellten Versuchen folgende Schwankungen:

bei einer	Wallrathkerze	zwischen	100	und	134
„ „	Wachskerze	„	100	„	136
„ „	Stearinkerze	„	100	„	127
„ „	Paraffinkerze	„	100	„	136.

Aber auch bei unveränderter Flammenhöhe kann in Folge veränderter Stellung oder Beschaffenheit des Dochtes die Lichtstärke sich ändern. Es kommt nämlich darauf an, ob der Docht gerade aufrecht in der Flamme steht oder sich seitwärts neigt. Richtet man den Docht vertikal, mißt die Höhe der Flamme, biegt nun den Docht seitwärts, so wird die Flamme breiter aber niedriger; läßt man sie nun bei unveränderter Breite allmählich

bis zur Normalhöhe wachsen, so wächst auch die Lichtstärke, woraus sich der Schluß ergiebt, daß eine Flamme von normaler Höhe bei schräger Dochtstellung heller brennt als bei gerade aufstehender. Heeren hat nun die für die Ermittelung der Leuchtkraft eines Leuchtmateriales wichtige Thatsache ermittelt, daß man mit Kerzen sehr constante, wenigstens für die Zwecke der Praxis hinreichende Normal-Lichtstärken erhält, wenn man den Docht gerade aufwärts richtet und ihn dann vorsichtig mit fester Hand mittelst einer feinen spitzen Scheere so beschneidet, daß die Flamme die bestimmte normale Höhe besitzt. Als Normallichtmaß empfiehlt er die Helligkeit von Wallrath- und Paraffinkerzen von der sogleich anzugebenden Dochtstärke und einer normalen Flammenhöhe von $1^5/_8$ Zoll englisch oder 41,3 Millimeter, wenn der geputzte Docht aufrecht in der Flamme aufsteht.

Die englischen Normal-Wallrathkerzen haben einen mittleren Durchmesser von etwa 21 Millim., der geflochtene Docht, in dem Zustande der Spannung, wie ihn die Kerzen enthalten, besitzt eine solche Stärke, daß 1 Meter Länge 1,571 Grm. wiegt; bei normaler Flammenhöhe consumiren sie stündlich 7,2 Grm. Die Paraffinkerzen von 21,4 Millim. unterm Durchmesser, besitzen einen Docht, welcher 0,450 Grm. pro Meter wiegt. Ihre Leuchtkraft stimmt mit jener der englischen Wallrathkerzen bei gleicher Flammenhöhe genau überein. Der stündliche Consum dieser Kerzen beträgt 6,12 Grm. Die Angabe des Consums einer Flamme ist zwar ohne unmittelbaren Nutzen, weil während der photometrischen Messung der Consum nicht gut controlirt werden kann; dennoch aber steht dieser mit der entwickelten Lichtstärke in so unmittelbarem Zusammenhange, daß er bei der Feststellung von Normalkerzen nicht unbeachtet bleiben darf.

Eine andere während des Versuches sich möglichst gleich bleibende Lichtstärke giebt auch eine kleine Moderateurlampe[1]). Zwar läßt sich auch mit Leuchtgas eine sehr constante Flamme erzielen, entweder indem man das Gas unter genau regulirtem Drucke zuströmen läßt, wobei der von Schilling (Seite 309) angegebene Druckmesser, welcher den Druck bis auf $^1/_{100}$ Zoll anzeigt, ohne Zweifel gute Dienste leistet, oder indem man die lange Flamme eines Einlochbrenners genau auf eine bestimmte Höhe einstellt und unterhält. Eine solche Flamme jedoch würde als allgemeines Normalmaß gleiche Beschaffenheit des Gases voraussetzen, für verschiedene Orte folglich als Normalflamme nicht anwendbar sein, ja sogar an dem

---

[1]) Heeren, (Dingler's polytechn. Journal CLX p. 272) beschreibt eine hiezu sich besonders eignende kleine Moderateurlampe.

nämlichen Orte in Folge der unvermeidlichen Schwankungen in der Qualität des Gases keine hinreichende Sicherheit darbieten.

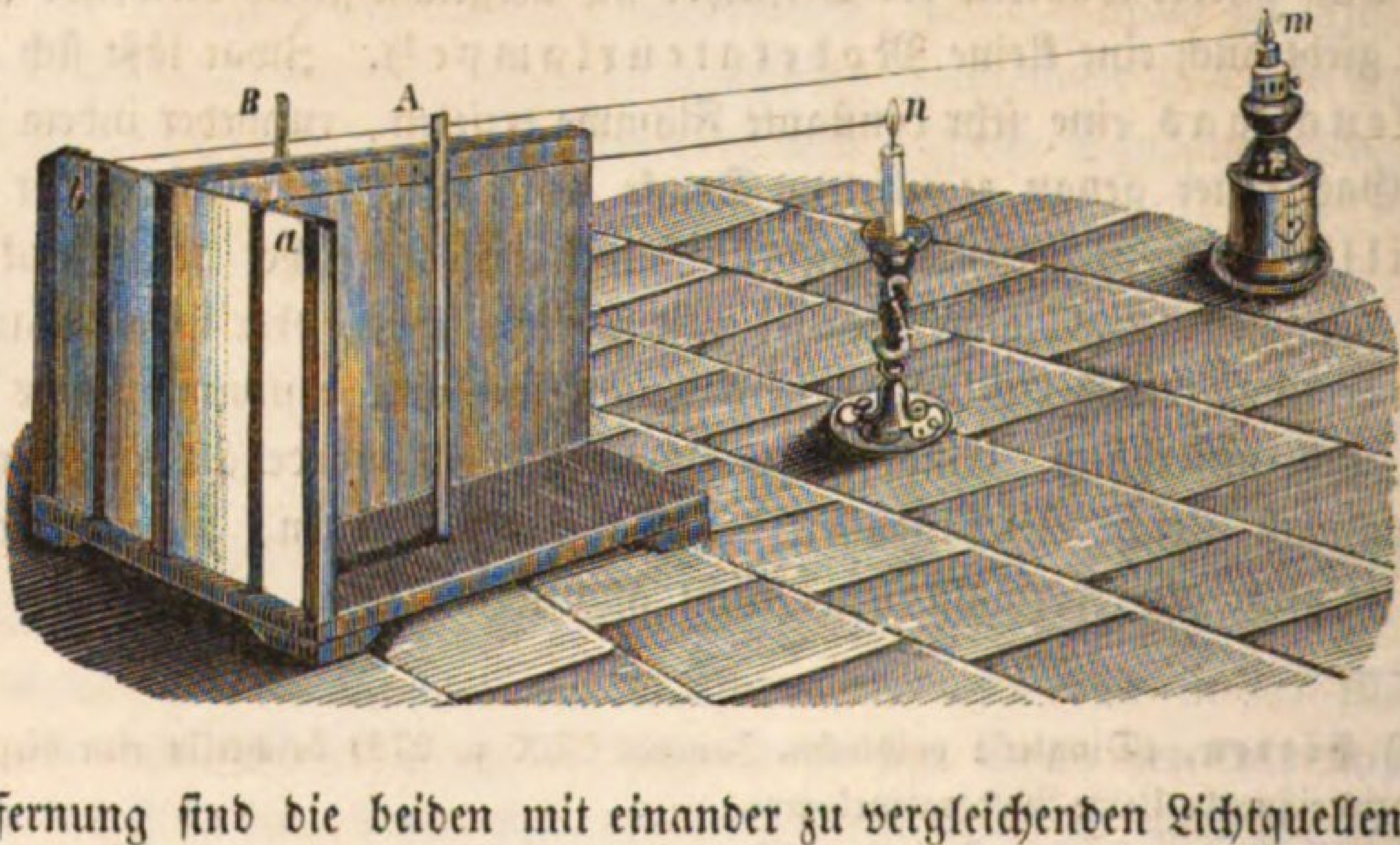
§. 235.

Photometrie. — Die Lichtstärke eines Leuchtstoffes oder eines Leuchtapparates ermittelt man durch Instrumente oder Vorrichtungen, welche Photometer genannt werden. Von den optischen Gesetzen, die in Bezug auf Beleuchtungsintensität in Betracht zu ziehen sind, sei nur das eine wichtige hier angeführt: „daß die Intensität des Lichtes dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional ist."

Von den vielen photometrischen Apparaten, die im Laufe der Zeit aufgetaucht sind, seien einige der besseren näher beschrieben.

Das Photometer von Lambert, welches gewöhnlich Rumford's Namen trägt, gründet sich auf den Satz, daß der Schatten (der Kernschatten), den ein undurchsichtiger Körper wirft, unter übrigens gleichen Umständen desto weniger dunkler erscheinen müsse, je stärker der Raum erleuchtet ist, in den er fällt, so daß man aus einem gleichen Grade der Dunkelheit zweier Schatten auf eine gleichstarke Erleuchtung der Räume schließen kann, in welche diese Schatten fallen. Der Apparat besteht aus einer mattgeschliffenen Glasplatte oder einem Papierschirm b a (Fig. 188), an welchem sich in gleicher Entfernung zwei Stäbchen A und B befinden. Beide sind durch eine undurchsichtige Scheidewand getrennt. In gewisser

Fig. 188.



Entfernung sind die beiden mit einander zu vergleichenden Lichtquellen aufgestellt, z. B. eine brennende Kerze und eine Lampe und zwar so, daß jedes

Licht den Schatten einer der Stäbe auf den Schirm wirft. Diese Schatten sind ungleich dunkel; durch Entfernen oder Nähern des Lichtes läßt sich aber eine Gleichheit der Schatten hervorbringen. Dann sind aber auch die beiden Hälften a b des Schirmes gleich erleuchtet und die Intensitäten beider Lichter sind den Quadraten ihrer Abstände von den Schatten direct proportional. Ist also z. B. die Lampe dreimal weiter entfernt als die Kerze, so leuchtet sie neunmal so stark.

Das Photometer von Wheatstone hat folgende Einrichtung. Eine kleine polirte Stahlkugel P (Fig. 189) ist auf dem Rande einer Holz- oder Korkscheibe befestigt und diese sitzt wieder auf einem Getriebe o, welches in den inneren Umfang eines größeren Zahnrades eingreift. Letzteres ist auf dem Deckel einer kleinen Messingdose befestigt, welche man in der einen Hand hält, während man mit der anderen die Kurbel A umdreht und auf diese Weise die in der Mitte der Dose befindliche Axe in Drehung versetzt. Die Bewegung dieser letzteren theilt sich durch das Verbindungsstück a dem Getriebe o mit und dieses rotirt nicht nur um die mittlere, sondern auch zugleich um seine eigene Axe, so daß die polirte Stahlkugel eine rosettenartige Figur (Fig. 190) beschreibt.

Will man die Intensität zweier Lichtquellen M und N (Fig. 190) mit Hülfe dieses Instrumentes vergleichen, so stellt man diese in einiger Entfer-

Fig. 189.



Fig 190.

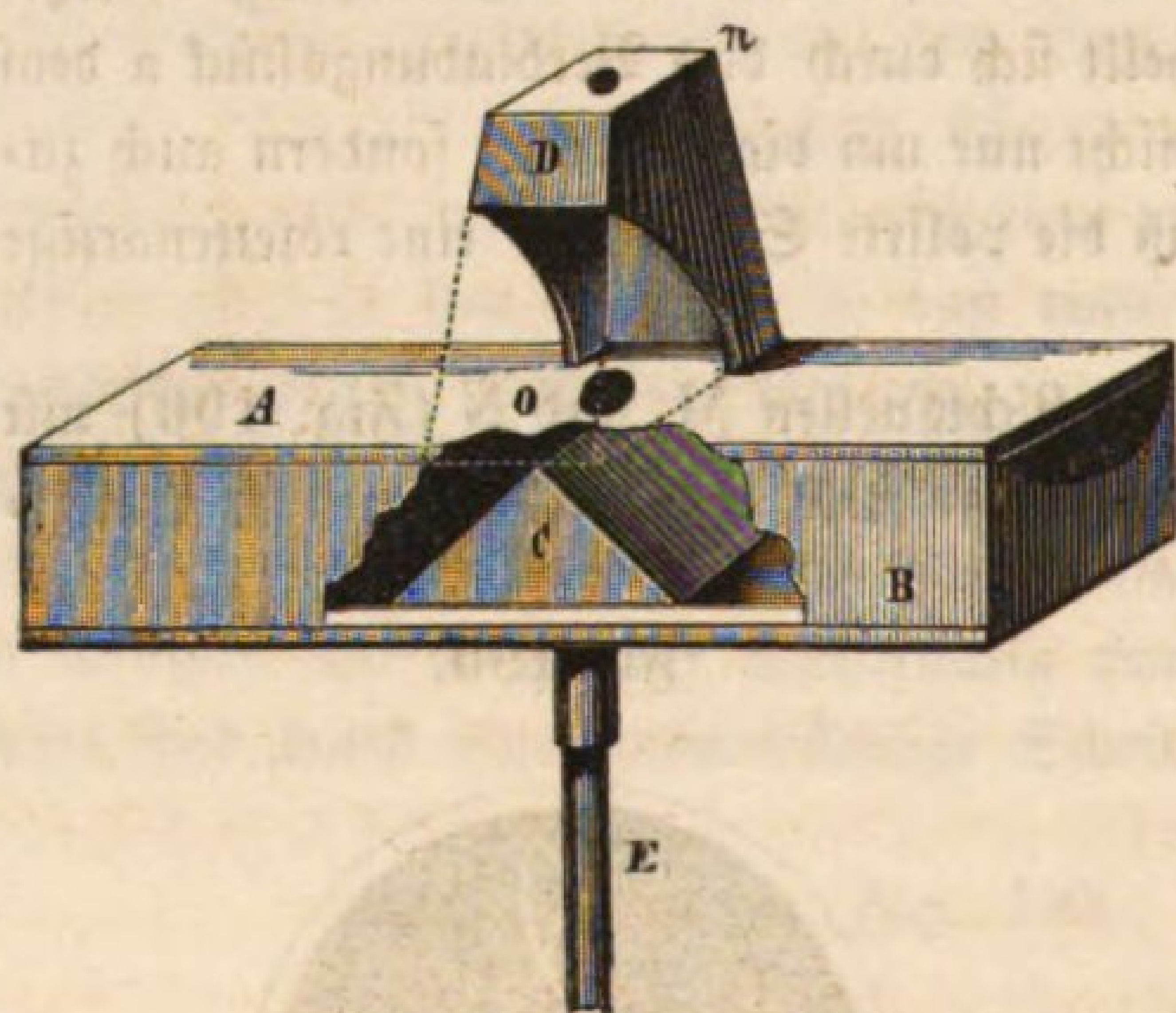


nung von einander auf und hält das Photometer dazwischen, während man zugleich die Stahlkugel in schnelle Drehung versetzt. Die beiden leuchtenden Punkte, welche im ruhenden Zustande der Kugel auf ihr durch die beiden Lichter erzeugt werden würden, erscheinen bei der Drehung als zwei rosettenförmig verschlungene Lichtlinien, von denen die durch das schwächere Licht (z. B. N) erzeugte auch schwächer leuchtet. Indem man sich nun der schwächeren Lichtquelle allmählig nähert, wird man einen Punkt finden, an

welchem beide Rosetten vollkommen gleich hell erscheinen, und bestimmt man jetzt die Entfernung des Instrumentes von beiden Lichtquellen, so kann man aus diesen Entfernungen, wie bei dem Rumford'schen Photometer, die Intensitäten berechnen. Es ist dieser Apparat (welcher in Paris von Lerebours und Secretan gefertigt wird) für den gewöhnlichen Gebrauch sehr bequem und wird besonders in französischen Gasfabriken benutzt, um die Lichtstärke des Leuchtgases zu ermitteln.

Aeußerst bequem im Gebrauch und sicher in seinen Angaben ist das von Ritchie (Fig. 191) angegebene Photometer. Dasselbe besteht aus einem länglichen, viereckigen, außen und innerlich geschwärzten Kästchen A B (Fig. 191), dessen Enden halbkreisförmige Oeffnungen haben, durch welche das Licht das genau in der Mitte befindliche, oben rechtwinkelige, hölzerne, an den Seitenflächen mit ganz gleich weißem Papiere überzogene Prisma C und dessen Seitenflächen beleuchtet. In der oberen Wand des Kästchens ist eine kreisrunde Oeffnung o von etwa $^2/_3$ der Breite dieser Wand so angebracht, daß die rechtwinklige Kante des Prismas C als Durchmesser der Oeffnung erscheint, und über dieser letzteren befindet sich eine vierkantige oder runde, innen ebenfalls geschwärzte Röhre D (diese Röhre und unterhalb derselben auch das Kästchen A B sind vorn ausgebrochen abgebildet, um das Prisma C und die Oeffnung o sichtbar zu machen), die zur Abhaltung des fremden Lichtes dient und am obern Ende eine kleinere Oeffnung n für das Auge enthält. Um mittelst dieses Apparates, der sich mit dem Stiele E in einem Stative feststellen läßt, die Intensitäten zweier Lichtquellen zu vergleichen, bringt man diese in gleicher Höhe 20 — 30 Fuß aus einander und stellt dann das Photometer in die gerade Linie zwischen beide, so daß jede Seitenfläche des Prismas C von einer der Lichtquellen beschienen wird, beobachtet nun durch die Oeffnung n die Erleuchtung der Seitenflächen von C und verändert die Entfernung der zwei Lichtquellen gegen das Photometer so lange, bis die besagten Seitenflächen völlig gleich stark beleuchtet erscheinen.

Fig. 191.



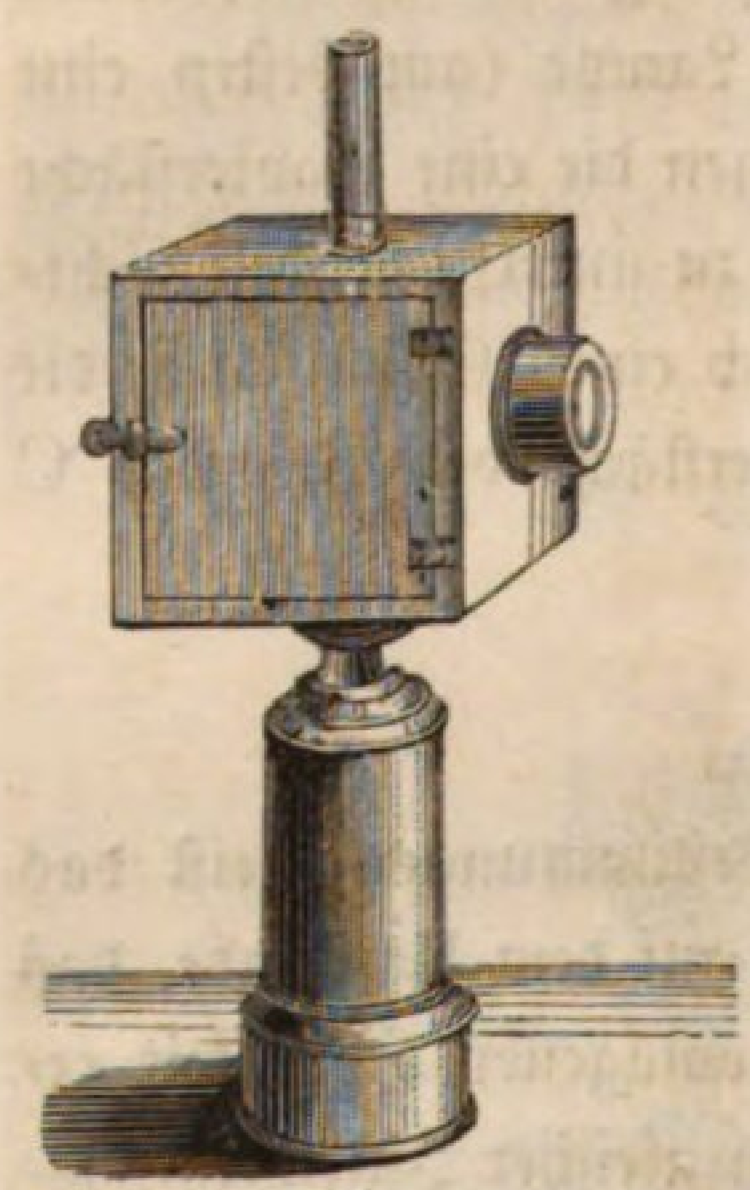
Daß sich dann die Stärken der in Versuch genommenen Lichtquellen, wie die Quadrate ihrer Entfernungen von den durch sie beleuchteten Papierflächen verhalten, bedarf wohl keiner Erwähnung mehr. — Während des Versuches soll man nicht nach den Lichtquellen hinsehen, weil hierdurch das Auge zur Beurtheilung geringer Erleuchtungsunterschiede unfähig wird und man dann demselben mindestens einige Zeit Erholung gönnen muß, bevor die Arbeit fortgesetzt werden kann. Hat man mehrere Lichtquellen zu vergleichen, so gewährt es eine große Beschleunigung und Erleichterung der Arbeit, wenn man eine gut und stets gleichmäßig stark brennende Lampe (am besten eine Federlampe), in unverändert belassener Stellung gegen die eine Papierfläche im Photometer als Vergleichpunkt für alle andern zu untersuchenden Lichtquellen anwendet, und diese dann nach einander durch einen Gehülfen in die entsprechenden Entfernungen gegen die zweite Papierfläche des Prismas C verstellen läßt.

§. 236.

In neuerer Zeit wird bei photometrischen Bestimmungen meist das Photometer von Bunsen angewendet. Es beruht auf dem Umstande, daß eine ungleich transparente Fläche nur dann von homogener Helligkeit erscheint, wenn sie von beiden Seiten Lichtmengen von gleicher Intensität empfängt, daß hingegen der transparente Theil gegen den weniger transparenten sich dem Auge an der Seite dunkel darstellt, wo die Intensität des ihn beleuchtenden Lichtes überwiegt. Die Ursache dieser Erscheinung ist folgende: Wenn von einem leuchtenden Körper aus parallele Strahlen auf ein Blatt starkes Papier fallen, das zur Hälfte mit Stearinsäure oder mit einer Lösung von Wallrath in Benzol getränkt ist, so erhält die Papierfläche auf allen Punkten eine gleiche Lichtmenge, die theils zurückgeworfen, theils nach dem Grade der Transparenz hindurch gelassen wird. Aber trotzdem, daß alle Theile des Papiers eine gleiche Lichtmenge erhalten, ist die Fläche nicht homogen hell: der getränkte Theil erscheint dunkler, weil durch ihn mehr Licht verloren geht, als durch den nicht getränkten. Wird das Papier von der andern Seite her gleich stark beleuchtet, so muß der Verlust an Helligkeit, welche die eine Seite des Papiers erleidet, durch das von der andern her durchgelassene, an Intensität gleiche Licht genau compensirt werden und die Papierfläche gleich hell erscheinen, wie ungleich die Transparenz auch sein mag. Stellt man sich nun vor, die Intensität der einen Lichtquelle nehme zu, so wird die Gleichheit der Beleuchtung des Papiers wieder aufgehoben. Das Wesentliche der ganzen Einrichtung ist der inwendig geschwärzte Photometerkasten, der eine möglichst constante Lichtquelle enthält

und mit einem Rohr versehen ist, dessen Oeffnung durch ein transparentes Papierdiaphragma verschlossen ist. Dasselbe besteht aus weißem, mit Stearinsäure oder Wallrath getränktem Zeichenpapier, in dessen Mitte ein kleiner, nicht getränkter Ring frei gelassen ist. (Fig. 192.) Beobachtet man dieses Diaphragma von einem dunklen Orte aus, so erscheint der ungetränkte Ring des Papiers schwarz auf weißem Grunde. Stellt man vor das Diaphragma ein Licht, so wird der dunkle Ring in dem Verhältnisse heller, als ihm das Licht näher gerückt wird. In einer gewissen Entfernung verschwindet der Ring und kommt wieder zum Vorschein, wenn das Licht noch näher gerückt wird. Der Augenblick, wo der Ring verschwindet, läßt sich daher sehr genau bestimmen. Ist der Photometerkasten der zu untersuchenden Lichtquelle so weit genähert worden, daß der Ring auf dem Diaphragma nicht mehr zu unterscheiden ist, so erhält man das umgekehrte Intensitätsverhältniß der zu vergleichenden Lichtquellen, wenn man die Entfernung derselben vom Diaphragma mißt und aufs Quadrat erhebt.

Fig. 192.



Bei dem verbesserten Bunsen'schen Apparate bringt man die beiden zu vergleichenden Flammen an den Enden einer gleich einem Maßstab eingeschnittenen Schiene an, auf welcher der Papierschirm, wie er durch Fig. 193 dargestellt ist, hin und herbewegt werden kann. Die zu prüfende Flamme, die Normalflamme und der Fleck des Papierschirmes liegen in einer Horizontallinie. Am hinteren Ende der Schiene ist ein Doppelspiegel angebracht, dessen beide Glasflächen einen Winkel von 90° bilden, so daß jede in einem Winkel von 45° gegen den Schirm geneigt ist. In den beiden Spiegeln trifft man die beiden Flächen des Schirmes reflectirt. Wenn es sich um die Prüfung von Leuchtgas handelt, so ist an der einen Seite der Schiene eine Hülfe für die Normalflamme, an der entgegengesetzten Seite ein Gasbrenner auf einem Rohr angebracht, in welches das zu untersuchende Gas strömt. Fig. 194 zeigt die Einrichtung des verbesserten Photometers. Dort bei B, wo sonst die Normalflamme steht, befindet sich ein Gasleitungsrohr und ein kleiner Strahlbrenner. Die Normalkerze ist bei A angebracht. S ist die Gasuhr, welche sehr genau gearbeitet sein muß und ein zweites Zeigerwerk hat, welches in Folge starker Uebersetzungen mit größerer Geschwindigkeit umläuft, als das Schaufelwerk. Der zweite Zeiger giebt die Anzahl Kubik-

Fig. 193.





Fig. 194.

fuß an, welche bei einer Beobachtung von einer Minute Dauer in einer Stunde die Gasuhr passiren. Unmittelbar über der Gasuhr ist ein Ellenbogen aus Messingrohr angebracht, dessen Arme gleich lang sind. Der eine Arm mündet in den Gasbrenner i, welcher mit einem Hahn mit Mikrometerschraube m versehen ist, um die Gasausströmung auf das Genaueste reguliren zu können. Auf dem zweiten Arme k befindet sich eine vertikale Hülse für die Normalkerze. Soll der photometrische Versuch beginnen, so ist der Hahn des Gasbrenners i geschlossen und die Kerze bei k wird angezündet; hierauf wird der Strahlbrenner bei B ebenfalls angezündet und dessen Flamme regulirt, bis sie genau die Lichtstärke der Normalkerze erreicht hat, was daran erkannt wird, daß der Schirm D, in der Mitte der Schiene stehend, auf beiden Seiten gleich erscheint. Sorgt man dafür, daß der Druck des ausströmenden Gases während der Dauer des Versuches unverändert bleibt, so bleibt auch die Flamme

des Strahlenbrenners constant. Die Kerze wird nun ausgelöscht und der Versuch nun in der gewöhnlichen Weise durch Anzünden von i und Rücken des Schirmes nach dem Strahlenbrenner hin ausgeführt, bis beide Seiten des Schirmes gleich erscheinen. Um alle Berechnung zu umgehen, ist auf der Schiene ein Maßstab angebracht, welcher direct die Lichtstärke angiebt.

Nachstehende Tabelle giebt die Eintheilung einer Photometerschiene von 10 Fuß à 10 Zoll. Sie enthält die Differenzen von der Normalflamme, bei welcher der Schirm stehen muß, um die Lichtstärke von 1 bis 50 anzugeben.

Lichtstärke.	Entfernung von der Normalflamme.	Lichtstärke.	Entfernung von der Normalflamme.
1	5,000	26	1,640
2	4,142	27	1,614
3	3,660	28	1,589
4	3,333	29	1,566
5	3,090	30	1,544
6	2,899	31	1,523
7	2,743	32	1,502
8	2,612	33	1,483
9	2,500	34	1,464
10	2,403	35	1,446
11	2,317	36	1,429
12	2,240	37	1,412
13	2,171	38	1,396
14	2,109	39	1,380
15	2,052	40	1,365
16	2,000	41	1,351
17	1,952	42	1,337
18	1,908	43	1,323
19	1,866	44	1,310
20	1,828	45	1,297
21	1,791	46	1,285
22	1,757	47	1,237
23	1,725	48	1,261
24	1,695	49	1,250
25	1,667	50	1,239

§. 237.

Das Photometer von Leslie ist in der That nichts weiter als ein Differential-Thermometer. Es besteht aus zwei durch eine Glasröhre mit einander verbundenen hohlen Cylindern von Zinn, deren von der Mitte abgewendete Enden durch Glas geschlossen sind. Diesen Glasplatten liegt am

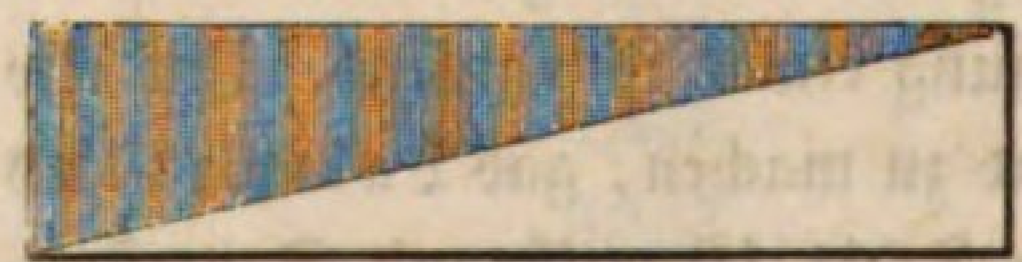
andern Ende jedes Cylinders ein geschwärztes Papier gegenüber. In der Glasröhre ist etwas gefärbte Schwefelsäure. Wenn nun die Luft in den Cylindern ungleich ausgedehnt wird, so bewegt sich die Schwefelsäure von dem einen nach dem andern Cylinder. Bleibt diese im Gleichgewicht zwischen beiden, so schließt man aus den Entfernungen der Licht und Wärme verbreitenden Körper auf die Lichtstärke.

Lampadius mißt die Lichtstärke nach der Dicke der Körper, welche das zu prüfende Licht nicht mehr in einer vom Auge wahrnehmbaren Menge hindurchlassen. Sein Photometer besteht in einem Cylinder von Pappe oder Holz, 2 Zoll im Durchmesser und 1 Fuß Länge. In diesem bewegt sich, wie in Perspectiven, ein zweiter Cylinder auf und nieder. Das äußere vom Auge entferntere Ende des inneren Cylinders ist mit einer weißen Glasscheibe belegt. Auf diese werden, wenn man das Licht der Sonne oder Licht eines chemischen Processes beobachten will, Scheiben von mäßig getrübtem Beinglase oder von Horn, wie es zu Nachtlaternen gebraucht wird und das in einem schwachen Grade durchscheinend ist, gelegt, bis das Licht bis auf den letzten Schimmer gedeckt ist. Je mehr solche Scheiben zur völligen Deckung des Lichtes gebraucht werden, nm so stärker ist der Grad des Lichtes, wobei die Zahl der Grade durch die Zahl der zur Deckung gebrauchten Scheiben angegeben wird. Bei dieser ersten Einrichtung des Werkzeuges war noch die genaue Bestimmung der Grade der Lichtmessung etwas schwankend. Um also dies Photometer mit anderen correspondirend zu machen, gab Lampadius demselben folgende Einrichtung: er richtete 8 bis 10 weiße mit Sauerstoffgas gefüllte Glasflaschen ein und verbrannte nach und nach in jeder Flasche Sauerstoffgas einige Gran Phosphor. Diese Verbrennung geschah jedesmal auf einem genau bezeichneten Platze des Experimentirtisches. In der Entfernung von 2 Fuß wurde nun das Photometer aufgestellt und so lange Beinglas- oder Hornscheiben eingelegt, bis das Licht des im Sauerstoffgase brennenden Phosphors nicht mehr erkannt wurde. Die hier gebrauchten Scheiben wurden nun nicht mehr gezählt, sondern durch ein Meßinstrument wurde die Länge des aus Scheiben zusammengesetzten Cylinders genau gemessen und in 100 Grade abgetheilt, so daß also 100 der höchste Lichtpunkt ist und die Finsterniß den Nullpunkt für dieses Instrument abgiebt. Für diese letztere Einrichtung war es also nicht mehr nöthig, Scheiben von gleicher Dicke zu nehmen, auch kann der eine zu diesem Instrument etwas dunkleres, ein anderer etwas lichteres Beinglas oder Horn wählen, wenn nur sämmtliche Scheiben von einerlei durchschimmernder Masse sind und der äußerste Lichtpunkt nach dem Verbrennen des Phosphors genommen und nun der Zwischenraum in 100 gleiche Theile getheilt wird. Gebrauchte Lampadius

Scheiben von Beinglas, so legte er jedesmal 10 Stück auf einander und verband sie an den Außenseiten mit schwarzem Siegellack. Dadurch wurden kleine Cylinder mit einem schwarzen Ueberzuge gebildet, wodurch auch zugleich der Vortheil entstand, daß durch die Außenseite der Cylinder auch nicht das geringste von fremdem Lichte eindringen konnte. Neben diesen Cylinderstücken ließ er nun noch zur Angabe der einzelnen zwischen die zehnscheibigen Cylinder fallenden Grade 25 Scheiben von der Dünne, daß der aus ihnen zusammengesetzte Cylinder dieselbe Länge als einer von 10 Scheiben hatte, unverbunden. Nun bestimmte er den höchsten Lichtpunkt ebenfalls durch Verbrennung von Phosphor. Zur Deckung des Phosphorlichtes gebrauchte er 3 Cylinder und 24 einzelne Scheiben, worauf die Länge des ganzen Cylinders in 100 gleiche Theile getheilt wurde. Die Beobachtungen, welche Lampadius mit dem Beinglas-Photometer und dem Horn-Photometer zu gleicher Zeit anstellte, zeigten, daß beide Instrumente sehr correspondirend waren.

Auf demselben Grundsatze wie das Photometer von Lampadius beruht das von de Maistre. Es besteht (Fig. 195) aus einem Prisma von blauem und einem Prisma von weißem Glase, welche unter gleichen Winkeln geschliffen und zu einem Rechteck zusammengesetzt sind. Dieses Photometer wird beim Gebrauche vor ein Fernrohr befestigt und so lange verschoben, bis man den hellern Gegenstand an der dicken Stelle des blauen Prismas eben so helle sieht, als den weniger hellen an einer dünnen Stelle. Aehnlich diesem ist das von Quetelet.

Fig. 195.



§. 238.

Eine eigenthümliche Art der Photometrie ist die im J. 1860 von Dove vorgeschlagene mittelst des Mikroskopes. Die mikroskopische Photographie einer Schrift auf Glas erscheint nämlich bei Betrachtung durch das Mikroskop dunkel auf hellem Grund, wenn die Beleuchtung von unten stärker als von oben, hingegen hell auf dunklem Grund, wenn die Beleuchtung von oben stärker als die von unten ist. Bei Gleichheit der Beleuchtung verschwindet die Schrift. Zur Vergleichung verschiedener Flammen werden diese von dem Spiegel des Mikroskopes entfernt, bis die gleichbleibende Beleuchtung von oben das Verschwinden der Schrift bewirkt, wodurch das Helligkeitsverhältniß aus der Entfernung sich auf die bekannte Weise ergiebt. Für durch-

sichtige farbige Körper, z. B. Gläser, wird die Oeffnung im Tische des Mikroskopes durch diese Gläser von unten so verdeckt, bis die Compensation erhalten wird. In gleicher Weise werden undurchsichtige Körper verschiedener Farbe verglichen, indem das von ihnen unter schiefer Incidenz einfallende Licht mit dem von oben eintretenden compensirt wird. Um die Helligkeit verschiedener Stellen eines abgeschlossenen Raumes, z. B. eines Zimmers, zu bestimmen, wird das Mikroskop, dessen Spiegel gegen den Himmel gerichtet ist, so weit von dem Fenster entfernt, bis das Gleichgewicht der oberen und unteren Beleuchtung hergestellt ist. Um die von unten eintretende Beleuchtung beliebig zu schwächen, kann man unter das Objekt ein Nicol'sches Prisma einsetzen und ein hinten drehbares in das Ocular. Die zu photographischen Darstellungen erforderliche Helligkeit und die Lufteffekte verschiedener Farben bei der Glasmalerei, der Zimmerdecoration u. s. w., wozu es bisher an einem Maßstabe fehlte, lassen sich auf diese Weise bestimmen.

Babinet hat mit vielem Glück den Polarisationsapparat als Photometer in Anwendung gebracht. Die zu vergleichenden Lichtquellen werden so gestellt, daß die Strahlen der einen durch schräg gestellte Glasplatten hindurchgehen, die der anderen von diesen zurückgeworfen werden, um in das Auge des Beobachters zu gelangen. Es treten alsdann, wenn vor dem Auge ein Bergkrystall und ein Kalkspath aufgestellt werden, die bekannten Farben des polarisirten Lichtes auf. Da diese für die hindurchgelassenen Strahlen andere als für die zurückgeworfenen sind, so läßt sich aus dem Gesammteindruck beurtheilen, ob jene oder diese überwiegen, oder ob beide in gleicher Menge vorhanden sind. Das letztere wird durch Rücken der Lichtquellen herbeigeführt; die Entfernungen der Lichtquellen geben dann das Verhältniß der Lichtquellen an. Da es bis jetzt unmöglich war, ein objectives Mittel aufzufinden, welches in gleicher Weise auf alle Arten von Licht wirkt, so liefen alle photometrischen Bestimmungen auf eine Beurtheilung mittelst des Auges hinaus. Babinet hat auf sinnreiche Art gerade diejenige Eigenschaft des Auges benutzt, zu der es in einem so bewunderungswürdigen Grade befähigt ist, nämlich die Eigenschaft: Farbennüancen zu erkennen. C. Zincken hat zu seinen ausgezeichneten photometrischen Untersuchungen sich des Photometers von Babinet bedient[1]).

[1]) Dingler's polytechn. Journal CLV p. 130.

§. 239.

Leuchtkraft der Kerzen.

Kerzen aus den verschiedenen Leuchtmaterialien (Talg, Stearinsäure, Wachs, Wallrath, Paraffin, Belmontin) und verschiedener Dicke consumiren in gleicher Zeit ungleiche Gewichtsmengen des Leuchtstoffes und entwickeln daraus größere oder geringere Lichtmengen. In dieser Hinsicht lassen sich als Durchschnittszahlen für die consumirte Menge des Leuchtmaterials, wenn 100 Stunden lang eine einzelne Kerze (oder 50 Stunden lang 2 Kerzen, 25 Stunden 4 Kerzen, 10 Stunden 10 Kerzen, 5 Stunden 20 Kerzen) gebrannt wird, folgende betrachten:

Art der Kerzen		Consumtion in 100 Stunden in Grm.	Durchschnittshelligkeit, die einer Wachskerze (4 auf 1 Pfund) = 100
Talg	(6er)	976	81
Stearinsäure	(4er)	1088	98
"	(5er)	1040	92
"	(6er)	1008	89
"	(8er)	934	82
Wachs	(4er)	960	100
"	(6er)	880	92
"	(8er)	784	83
Wallrath	(4er)	1056	118
"	(5er)	934	100
"	(6er)	880	96

Nach der Untersuchung von Karsten (1855), die sich mit Paraffinkerzen aus Bonn in Vergleichung mit Kerzen aus anderen Materialien beschäftigte, ergaben sich folgende Resultate:

Art der Kerzen		Lichtstärke der Flamme	Consumtion in 1 Stunde in Grm.	Leuchtkraft
Paraffin	(4er)	1000	7,244	1000
Wallrath	(6er)	850	7,451	826
Wachs	(4er)	473	7,616	450
Stearinsäure	(4er)	850	11,341	543
Talg	(6er)	869	14,073	448

Verschieden von vorstehenden Resultaten sind die Ergebnisse, die Karmarsch (1855) bei seiner Untersuchung erhielt. Hiernach stellt sich das Verhältniß der Leuchtkraft des Paraffins zu der anderer Materialien folgendermaßen:

Wachs	1000
Paraffin	1381
Stearinsäure	1049
Talg	1285

Diese Zahlen drücken die verhältnißmäßige Lichtstärke aus bei gleicher Consumtion an Leuchtmaterial.

Zincken, welcher sich 1859 mit Untersuchungen über die Leuchtkraft der Paraffinkerzen beschäftigte, wobei er die Leuchtkraft von Stearinkerzen (4er) = 100 nahm, erhielt folgende Zahlen:

Paraffinkerzen	von der Georgenhütte bei Aschersleben	98,99
„	von Wiesmann u. Comp. auf der Augustenhütte bei Bonn	111,35
„	von F. L. Bauermeister u. Comp. in Bitterfeld	122,54
„	von Günther u. Comp. in Groß-Mühlingen	123,37
„	von Gerstewitz bei Weißenfels	135,06
„	von Göhler u. Comp. in Aschersleben	146,24

Aus vorstehenden Zahlen, die so verschieden sind, daß sie mit einander nicht verglichen werden können, scheint hervorzugehen, daß die der Prüfung unterworfenen Kerzen in Bezug auf Reinigung und Art der Herstellung des Paraffins, der Stärke des Dochtes und der Imprägnirungsmethode, des Zusatzes der Stearinsäure u. s. w. sehr verschieden waren.

§. 240.

Leuchtkraft der Oel-, Solaröl- und Petroleumlampen.

Für die Beurtheilung der Lichtstärke und der Oelconsumtion in den Oellampen, und ihre relative Leuchtkraft kann folgende (nach den Angaben von Péclet, Heeren und Karmarsch entworfene) Tabelle als Anhaltpunkt dienen.

	Art der Lampe	Lichtstärke (die einer 6er Talgkerze = 1)	Oelconsumtion in der Stunde in Grm.
	Küchenlampe	0,5	5,75
Mit Banddochte	Wormser Lampe mit Zugglas	1,67	6,00
	" " ohne "	1,25	7,75
	Flaschenlampe	1,17	9,05
	"	1,68	11,75
Mit halbrundem Dochte	Kranzlampe	3,2	17,00
	Flaschenlampe	3,3	17,50
Mit Runddochte	Astrallampe	2,9	21,90
	Sinumbralampe	3,7	20,50
	Flaschenlampe	3,8	12,80
	"	8,4	35,30
	Mariotte'sche Lampe	7,2	28,75
	Aërostatische Lampe nach Girard	6,0	28,50
	Hydrostatische Lampe nach Thilorier	4,2	14,15
	Uhrlampe nach Carcel	7,6	32,20
	Moderateurlampe	7,6	34,75

Die verschiedenen flüssigen Leuchtmaterialien können auf ihre Leuchtkraft nur dann verglichen werden, wenn man sie in völlig gleich construirten Lampen verbrennt. Bei gereinigtem Rüböl, Olivenöl und Südseethran verhält sich die Leuchtkraft wie 100 : 100 : 96.

Bei Versuchen über die Leuchtkraft des Photogens, Solaröles und Petroleums, verglichen mit der Leuchtkraft von gereinigtem Rüböl findet der Uebelstand statt, daß das Mineralöl nicht in einer Lampe verbrannt werden kann, wie das Rüböl. Alle Versuche der Art haben mithin nur dann Werth, wenn man von der Annahme ausgehen darf, daß das Mineralöl wie das Rüböl unter den für die Leistung vortheilhaftesten Bedingungen verbrannt wurde.

Die Ergebnisse einer vergleichenden Untersuchung von Zincken (1859) über die Leuchtkraft der Mineralöle und des Rüböles (die Leuchtkraft erhalten durch Division des Verbrauches in die Lichtstärke) sind folgende:

Rüböl			= 1,374
Photogen von der Georgshütte bei Aschersleben	(0,830 spec. Gew.)		= 1,050
„ von Göhler u. Co. in Aschersleben	(0,815	„	) = 1,028
„ von Günther u. Co. in Groß-Mühlingen	(0,835	„	) = 0,997
„ von Gerstewitz bei Weißenfels	(0,815	„	) = 0,895
„ von Robert Doms in Lemberg [1]	(0,800	„	) = 1,085
„ von F. L. Bauermeister u. Co. in Bitterfeld	(0,805	„	) = 1,129
„ von Wiesmann u. Co. auf der Augustenhütte bei Bonn	(0,830	„	) = 0,941
Solaröl von der Georgshütte bei Aschersleben	(0,860	„	) = 1,266
„ von Göhler u. Co. in Aschersleben			= 1,329
„ aus Groß-Mühlingen	(0,865	„	) = 1,681
„ „ Gerstewitz bei Weißenfels	(0,850	„	) = 1,709
„ von Robert Doms in Lemberg (aus Erdöl)	(0,850	„	) = 1,465
Mineralöl von „ „ „	(0,825	„	) = 0,987
Solaröl von der Augustenhütte bei Bonn	(0,870	„	) = 1,543
„ aus Bitterfeld	(0,840	„	) = 1,630

Aus diesen Resultaten ergiebt sich, daß wenn die Leuchtkraft des Rüböles = 100 gesetzt wird, die des

geringsten Photogens = 65,1
besten „ = 82,1
besten Solaröles = 124,3 ist.

Was die Leuchtkraft des rectificirten Petroleums betrifft, so ergeben die 1863 von Bolley und Schwarzenbach angestellten Versuche folgende Zahlen.

---

[1] Aus Erdöl destillirt.

Leuchtmaterial	Specifisches Gewicht	Siedepunkt	Amerikanische Lampe		Schieferöllampe		Lichtmengen bei gleichem Consum von 20 Grm. per Stunde		Consum bei gleicher Lichtmenge	
			Lichtmenge	Consum per Stunde	Lichtmenge	Consum per Stunde	Amerikanische Lampe	Schieferöllampe	Amerikanische Lampe	Schieferöllampe
Stearinkerze	—	—	1	Grm. 9,3	1	Grm. 9,3	2,15		9,3	
		Gr. C.								
Laden A Zürich	0,804	146	3,1	18	3	16	3,4	3,7	5,80	5,40
Direct aus Nordamerika	0,802	145	3,7	21	2,8	16	3,5	3,5	5,70	5,71
Laden B Zürich	0,800	142	3,4	17	3,4	18	4,0	3,8	5,00	5,30
Laden C Zürich	0,788	135	4,2	21	3,9	19	4,0	4,1	5,00	4,87
Selbstrectificirt	0,791	132	4,2	20,5	3,4	17	4,1	4,0	5,01	5,00
Laden D Zürich	0,787	128	5,5	22	3,8	14	5,0	5,4	4,00	3,70

Wenn für die Leuchtwerthberechnung folgende (im Einzelverkauf gegenwärtig in Zürich bestehende) Preise zu Grunde gelegt werden:

1 Packet Stearinkerzen von 444 Grm. zu 1 Fr. 40 Ct.
1 Pfd. rectificirtes Petroleum A, B u. C — „ 60 „
1 „ „ „ D — „ 80 „ .

so kostet die gleiche Lichtmenge, welche von zwei Stearinkerzen hervorgebracht wird, per Stunde

mit Stearinkerzen 4,84 Cts.
„ Petroleum A 1,33 „ im Durchschnitt beider Lampen
„ „ B 1,548 „ „ „ „ „
„ „ C 1,078 „ „ „ „ „
„ „ D 2,496 „ „ „ „ „

oder beim Preise von 1 Fr. 57 Ct. für 500 Grm. Stearinkerzen, und beim Preise von 60 Ct. für 500 Grm. Petroleum verhalten sich die Kosten des letzteren Beleuchtungsmittels zum ersteren bei gleicher Lichtmenge = 1 : 3,59 und bei D (Preis 80 Ct. per 500 Grm.) ungefähr wie 1 : 2. Die Leuchtkraft von Stearin- und Talgkerzen ist, so darf man, ohne großen Fehler zu begehen, annehmen, gleich groß. Der Preis für 500 Grm. Talgkerzen im Detail ist aber 80 Cts.; wird daher die Zahl 3,59 mit 80/157 vermehrt, so erhält man in abgerundetem Ausdruck die Kosten der Petroleumbeleuchtung im Vergleich zu der mit Talgkerzen = 1 : 1,8.

In den Versuchen von Arndt und Traun stellt sich das Resultat noch mehr zu Gunsten des Petroleums; von ihrer Stearinkerze wurden stündlich 11,34 Grm. consumirt, während die verschiedenen Petroleumsorten bei einem

stündlichen Consum von 14 Grm. mit der Schieferöllampe eine Helligkeit von 2,5 solcher Stearinkerzen lieferten. Mit Zugrundelegung obiger Preise für Stearin und Petroleum A, B, C kostet eine Lichtmenge gleich zwei ihrer Stearinkerzen

stündlich 5,896 Cts.,
mit Petroleum 1,344 Cts.,

das heißt, die Beleuchtungskosten von Petroleum zu Stearinsäure bei gleicher Helligkeit stellen sich wie 1 : 4,3, und bei gleicher Leuchtkraft für Stearinsäure und Talg, aber einem Preise des letztern von

$$\frac{80}{157}$$

von dem des Stearins, verhalten sich die Beleuchtungskosten von Steinöl und Talg wie etwa 1 : 2,1 bis 1 : 2,2 bei gleicher Helligkeit.

In den Versuchen von Marx (vergl. S. 556) stellen sich die Beleuchtungskosten mit zwei Stearinkerzen (5er) per Stunde und unter Annahme der Züricher Ladenpreise auf 5,17 Cts., mit Petroleum aber der gleiche Lichteffect auf 1,13 oder wie 1 : 4,4. Wenn man alle bei solchen Versuchen vorkommenden Schwankungen (die bei Anwendung von Petroleum noch vergrößert werden, weil der Docht scharf abgeschnitten und genau gestellt sein muß, wenn der Lichteffect sein Maximum erreichen soll) in vollstem Maße würdigt, und die Leuchtwerthe, die in den drei Versuchsreihen sich

zwischen 1 : 3,59
1 : 4,3
und 1 : 4,4

bewegen, zu einem Schluß von allgemeinerer Gültigkeit benutzen will, so darf man wohl sagen, es verhalte sich der Leuchtwerth dieser Materialien bei den oben angenommenen Preisen wie 1 : 4 und gegen Talg = 1 : 2.

M. Zängerle erhielt (1863) bei Versuchen über den Werth des amerikanischen Erdöles (von 0,81 spec. Gewicht und einem Preise von 32 Kreuzern per Liter) als Leuchtmaterial, wobei das Erdöl in einer Erdöllampe mit Banddochte von 0,015 Meter Breite verbrannt wurde, nachstehende Resultate: (s. umstehende Tabelle.)

Bezeichnung des Leuchtstoffes	Lichtstärke auf die Helligkeit einer Stearinkerze zu 96,5 Grm. als Einheit bezogen	Verbrauch an Leuchtstoff per Stunde in Grm. und engl. Kubikfuß	Kostet das Leuchtmittel per Stunde Kreuzer	Verbrauch an Leuchtstoff für die Helligkeit einer Normalstearinkerze während 10 Stunden in Grm. und Kubikfuß	Kostet das Leuchtmittel für die Helligkeit einer Normalstearinkerze während 10 Stunden Kreuzer	Verhältniß der Kosten bei Herstellung gleicher Lichthelle
Amerikanisches Erdöl	3,8	15,6 Grm.	0,61	40 Grm.	1,6	8
Leuchtgas	7,5	4,5 c'	1,35	6 c'	1,8	9
Rüböl	6,2	47,1 Grm.	1,88	76 Grm.	3,0	15
Talg	0,9	9,7 Grm.	0,46	108 Grm.	5,1	25
Stearin	1,0	10,0 Grm.	0,88	100 Grm.	8,8	44
Paraffin	1,0	7,6 Grm.	1,30	76 Grm.	13,0	65

§. 241.

Die Leuchtkraft des Leuchtgases.

Auch bei der vergleichenden Untersuchung der Leuchtkraft der Gase ist dafür zu sorgen, daß die Gase unter gleichen Verhältnissen des Druckes und des Brenners verbrannt werden, wobei nicht außer Acht gelassen werden darf, daß die Weite des Brenners, um das Gas unter den für seine Leuchtkraft günstigsten Bedingungen zu verbrennen, für die verschiedenen Gase eine verschiedene ist (vergl. S. 335).

Bei einer Untersuchung, welche in München im Jahre 1853 von v. Liebig und Steinheil ausgeführt wurde, ergab sich für $4^1/_2$ (engl.) Kubikfuß Consumo per Stunde

Steinkohlengas = 10,84 Normalwachskerzen
Holzgas = 12,92 „

Demnach ist das Verhältniß der Leuchtkraft beider Gasarten durchschnittlich

$$\frac{\text{Holzgas}}{\text{Steinkohlengas}} = \frac{6}{5}$$

Auf englische Wallrathkerzen berechnet, welche per Stunde 9,266 Grm. Wallrath consumiren, entspricht ein engl. Kubikfuß Gas 10,231 Grm. Wallrath. In Wallrathkerzen ausgedrückt, hat bei einem Consum von $4^1/_2$ Kubikfuß per Stunde

Steinkohlengas	14,45	engl. Normalkerzen
Holzgas	17,23	„ „

Setzt man nach den Versuchen von Frankland die Leuchtkraft des Gases aus Peltonkohle (von Newcastle) = 100, so ist die des

Gases aus Hulton Cannel	102,8
„ „ Newcastle Cannel	205,0
„ „ Wigan Cannel	160
„ „ Lesmahago Cannel	251
„ „ Boghead-Kohle	302,7
„ „ Zwickauer Kohle	110,7
Münchener Holzgas	122,4
Würzburger „	126
Münchener Kohlengas (Zwickauer Kohle)	136,9
Oelgas	272

§. 242.

Vergleichende Zusammenstellung der Leuchtkraft der hauptsächlichsten Leuchtmaterialien.

α Art des Leuchtstoffes	β Consumtion per Stunde in Grm.	γ Lichtstärke (1 Wachskerze = 100)	δ Helligkeit von 10 Grm. Material	ε Leuchtkraft (Wachskerzen = 100)
Wachs	9,02	102,0	111,02	100
Stearinsäure	9,94	95,5	96,03	84
Wallrath	8,87	108,3	123,17	108
Talg	8,87	90,25	101,70	90
Paraffin (I. Qualität)	8,83	—	94,69	83
Paraffin (II. „)	8,49	—	139,87	123
Rüböl (Federlampe)	40,69	694	170,07	159
Rüböl (Küchenlampe)	7,33	45,67	62,30	55
Rüböl (Studirlampe ohne Zugglas)	9,86	114,1	115,80	102
Photogen	20,02	—	149,03	131
Solaröl	26,82	—	225,64	199
Petroleum	15,6	—	174,40	180
Petroleum	8,9	—	186,1	195

Nach den Versuchen von Frankland (1863) geben folgende Quantitäten der Leuchtmaterialien gleiche Leuchtkraft:

Paraffinöl	4,53 Liter
Amerikanisches Petroleum No. 1.	5,70 „
„ „ No. 2.	5,88 „
Paraffinkerzen	8,42 Kilogr.
Wallrathkerzen	10,37 „
Wachskerzen	11,95 „
Stearinkerzen	12,50 „
Talgkerzen	16,30 „

Die Preisäquivalente sind (für englische Preise) gegenwärtig folgende:

Paraffinöl	0,60
Petroleum No. 1. / „ No. 2.	0,76
Paraffinkerzen	4,75
Wallrathkerzen	8,30
Wachskerzen	8,90
Stearinkerzen	—
Talgkerzen	3,30
Wallrathöl	2,25
Kohlengas	0,42
Boghead-Gas	0,30

Nach den vorstehenden Zahlenangaben ist es leicht, für ein gegebenes Leuchtmaterial bei bestimmten Marktpreisen dessen Leuchtkraft zu bemessen.

Zusätze und Verbesserungen zum I. Band[1].

Eisen.

(Zu Seite 54.)

Bessemerstahl. Der englische Techniker **Bessemer** (1855) geht von der Ansicht aus, daß der Kohlenstoff des Roheisens, wenn derselbe mit dem Sauerstoff der Luft in der Weißglühhitze zusammenkommt, sich mit diesem verbindet, wodurch das Roheisen je nach der Dauer der Einwirkung der Luft in Stabeisen oder in Stahl übergeht. Nach vielen fruchtlosen Versuchen ist das neue Verfahren der Stahlbereitung in das Stadium der Realisation gelangt, so daß seine industrielle Ausführbarkeit nicht mehr bezweifelt werden kann.

Man bedient sich bei der Bereitung des **Bessemerstahles** eines kleinen, einige Fuß hohen Schachtofens, in welchem einige Zoll über dem Boden, durch fünf, aus feuerfestem Thon bestehende, $^3/_8$ weite Formen stark gepreßter Wind eingeführt werden kann. Auf der halben Höhe des Ofens ist eine Oeffnung angebracht, durch welche flüssiges Roheisen aus dem Hohofen eingeleitet werden kann; auf der entgegengesetzten Seite befindet sich am Boden eine mit Lehm verschlossene Oeffnung, durch welche der Stahl abgestochen werden kann. Sobald der Wind eingelassen und der Ofen etwa zur Hälfte mit flüssigem Roheisen angefüllt worden ist, entsteht heftiges Aufkochen des Metalles mit Flammen und Funkensprühen (was darauf zu beruhen scheint, daß unvollständig entkohltes Eisen und mit fein eingemengtem Oxyd beladenes Eisen durcheinander geschüttelt werden). Je nach der Dauer

---

[1]) **Wagners** Jahresbericht **1856** p. **16**; **1857** p. **17**; **1858** p. **18**; **1859** p. **26**; **1860** p. **67**; **1861** p. **40** und **46**; **1862** p. **46**.

der Einwirkung (10—25 Minuten) bildet sich Stahl oder Stabeisen. Die Ausstellung des Jahres 1862 in London hat zur Genüge gezeigt, wie weit man es in der Verarbeitung des Bessemerstahles bereits gebracht.

An den Bessemerstahl schließt sich der vom k. k. Artilleriemajor Uchatius im Jahre 1856 dargestellte Uchatiusstahl an, der direct aus dem Roheisen dargestellt wird, indem man granulirtes, aus Magneteisenstein erblasenes Roheisen mit Spatheisensteinpulver beschickt und die Beschickung im Graphittiegel schmilzt und den erhaltenen Stahl in Zaine gießt. Den Tunner'schen Glühstahl oder hämmerbares Gußeisen erhält man durch Glühen von weißem Roheisen mit sauerstoffabgebenden Körpern (Eisenoxyd, Braunstein, Zinkoxyd).

Kupfer.

(Zu Seite 98.)

Die Gewinnung des Kupfers auf nassem Wege.

Die hydrometallurgische Kupfergewinnung ist in dem letzten Jahrzehnd wesentlich verbessert worden. Die Methoden, welche in dieser Hinsicht aufgetaucht sind, tragen meist den Stempel des Neuen und Werdenden, oft sogar den des Projectes, welche erst ihre Bewährung im Großen und ihre zur Durchführung geeignete Form finden müssen. Von Alters her hat man zwar aus den in der Natur sich findenden Kupferlösungen durch Niederschlagen metallisches Kupfer, das sogenannte Cementkupfer gewonnen; diese einzige hydrometallurgische Gewinnung des Kupfers stand aber isolirt und blieb ohne Erweiterung und ohne Fortschritt. Alle übrigen Methoden der Gewinnung des Kupfers auf nassem Wege, welchen die Idee zu Grunde liegt, das in den Erzen enthaltene Kupfer in wässerige Lösung zu bringen und daraus metallisch zu fällen, gehören der allerneuesten Zeit an und sind das Resultat der Ueberführung der Erkenntnisse der analytischen und reinen Chemie in das praktische Leben. Die große Leichtigkeit, mit welcher das Kupfer in Lösung gebracht und daraus gefällt werden kann, mußte die Veranlassung geben, den nassen Weg zur Kupferextraction zu versuchen, wenn der trockene Weg wegen Kupferarmuth und ungünstiger Verhältnisse in Bezug auf die Beimengung fremder Substanzen keine ökonomisch vortheilhaften Resultate giebt.

Die Ueberführung des Kupfers in wässerige Lösung geschieht entweder 1) durch bloßes Verwitternlassen, in der Regel mit Zusätzen, welche die Verwitterung begünstigen, oder 2) durch Rösten der Kupfererze mit oder ohne Zuschlag, oder 3) bei ockerigen Erzen direct durch Behandeln derselben mit

Mineralsäuren. Bei letzteren sind oft große Hindernisse zu überwinden; enthalten die oxydirten Kupfererze nämlich außerdem noch Kalk-, Magnesia- und Eisencarbonate, so lösen sich diese vor dem Kupfer und geben dadurch zu großem Säureverbrauch Veranlassung. Eine zweite Schwierigkeit besteht in der Fällung des gelösten Kupfers. Das Eisen, in der Regel das Mittel, durch welches das Kupfer niedergeschlagen wird, gestattet im Großen niemals, das Kupfer in reiner Form zu fällen. In den Erzen ist das Kupfer immer vom Eisen begleitet und deshalb ist die erhaltene Lösung eine eisenhaltige Kupferlösung. Der Eisenvitriol, welcher anfänglich in der Lösung enthalten ist, geht sehr bald in unlösliches basisches Eisenoxydsalz über, welches das Kupfer verunreinigt. Aehnlich verhält sich Eisenchlorür. Bei der Anwendung von Eisen zum Niederschlagen des Kupfers bleiben, namentlich wenn man sich des Gußeisens bedient, nach dem Auflösen des Eisens reichliche Mengen Graphit zurück. Endlich ist nicht zu vergessen, daß das Eisen aus der Lösung nicht nur Kupfer, sondern auch Arsen, Thallium, kurz alle negativen Metalle fällt, welche das Kupfer gewöhnlich begleiten. Das gefällte Kupfer ist also mit basischen Eisensalzen, Graphit, Arsen, Thallium, Erzstaub u. dgl. in solcher Menge verunreinigt, daß das Kupfer oft nur 50 Proc. vom Gewicht des Niederschlages, oft auch nur 30 Proc. ausmacht.

Der Theorie nach braucht man zur Fällung von 100 Th. Kupfer 88 Th. Eisen, während man thatsächlich bis 200—300 Theile braucht. Der Grund davon liegt darin, daß nicht nur die vorhandene Säure, sondern auch neutrales schwefelsaures Eisenoxyd Eisen lösen:

$$2(Fe_2O_3, 3SO_3) + 5Fe + 5HO = 5FeO, SO_3 + SO_3, 2Fe_2O_3) + 5H,$$

wobei das basische Salz das Cementkupfer verunreinigt. Durch entsprechenden Zusatz von Kalk vor dem Niederschlagen des Kupfers kann man die schädlichen Eisensalze zersetzen. Neuerdings hat man indessen auch das Eisen durch Schwefelwasserstoff zu ersetzen gesucht.

A. Methode mit vorheriger Röstung. Zu Rio tinto in Südspanien verfährt man auf folgende Weise[1]). Das zu verhüttende Erz ist dichter Schwefelkies, welchem Kupferkies, Buntkupfererz und Kupferglanz beigemengt sind. Der Kupfergehalt ist so ungleichmäßig vertheilt, daß er von etwa 0,5 bis zu 30 Proc. und darüber variirt. Der Grubenbetrieb liefert außer den Erzen selbst noch große Mengen von kupferhaltigem Eisenvitriol, welcher für die Cämentation ein vollkommenes Material abgibt. Endlich führen die durch den Stollen abziehenden Grubenwässer ebenfalls nicht

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1861 p. 108.

unbedeutende Mengen von Kupfer- und Eisensalzen in Lösung, welche letztere gleichfalls mittelst Cämentation ausgebeutet werden. Die Methode, die man zum Zugutemachen anwendet, besteht in der Cämentation mittelst Roheisen. Die verschiedenen Processe sind folgende: Die Röstung der rohen Erze geschieht in pyramidalen Haufen unter freiem Himmel; der Zweck derselben ist die Bildung von schwefelsauren, in Wasser löslichen Salzen; das geröstete Erz nebst den Vitriolen der Grube wird in Sümpfen aufgestürzt und mit kaltem Wasser behandelt; die gewonnene Lauge kommt in die Klärungssümpfe, in welchen sie 2 bis 3 Stunden sich selbst überlassen bleibt, um den letzten Antheilen des mechanisch mit fortgerissenen Erzstaubes Gelegenheit zu geben, sich abzusetzen. Die geklärte Lauge geht in die Cämentationssümpfe über, die mit Roheisen besetzt sind; die erste Einwirkung des Eisens auf die Lauge äußert sich durch Reduction der Eisenoxydsalze. Die Verunreinigung der Lauge durch diese Salze bewirkt in der Praxis zu Rio tinto auch größtentheils den Aufwand von 300 Th. Roheisen und darüber auf 100 Th. Kupfer. Sobald die Ausfällung beendigt ist, gibt sich dies durch eine apfelgrüne Färbung der Mutterlauge zu erkennen und daran, daß ein blankes Eisenstäbchen sich darin nicht mehr mit Kupfer überzieht. Man läßt dann die Lauge ablaufen und führt neue kupferhaltige Lauge zu, und wiederholt dies, je nach der Menge des in dem Sumpfe schon angesammelten Cämentkupfers 3, 4 oder 5 Mal. Man hat die Erfahrung gemacht, daß, um ein bestimmtes Quantum Kupfer auszufällen, im Sommer nur etwa $^2/_3$ der Zeit nöthig ist, welche im Winter gebraucht wird. Daraus ergiebt sich auch eine Ersparniß an Eisen im Sommer, da in Folge der Abkürzung der Zeit weniger Eisenoxydsalze sich bilden können, welche auf Kosten des Eisens zu reduciren sind. Nachdem sich die erforderliche Menge von Cämentkupfer im Sumpfe angesammelt hat, schreitet man zum Reinigen desselben, indem man damit zugleich das noch an dem Eisen haftende Kupfer abschabt. Mit dem Kupfer setzen sich große Mengen unlöslicher basischer Salze ab. Diese Verunreinigung ist so bedeutend, daß der Kupfergehalt des Präcipitates (cascara) selten über 50 Proc. steigt. Die nach Ausfällung des Kupfers abgezapfte Mutterlauge enthält außer den basischen Eisenoxydsalzen noch fein zertheiltes, in der Lauge schwebendes Kupfer. Um dies zu gewinnen, wird die Mutterlauge in andere Sümpfe geführt, worin sich nach einiger Zeit abermals eine Masse (papucha) absetzt, aus basischen Salzen und 8 bis 10 Proc. Kupfer bestehend.

Die Fällung des Kupfers aus den natürlichen Cämentwässern geschieht ebenfalls durch Roheisen, jedoch nicht in Sümpfen, sondern in hölzernen oder gemauerten Kanälen, welche durch Pech oder Asphalt geschützt

sind. Diese Leitungen durchfließt das Cämentwasser. Das so erhaltene Präcipitat ist bei weitem reiner als das in den Sümpfen aus künstlicher Lauge erhaltene. Da in den Kanälen die Eisenoxydulsalze sich weniger leicht oxydiren können, so ist auch hierbei der Eisenverbrauch geringer als in stehenden Sümpfen, obgleich in Folge der sauren Beschaffenheit der Cämentwässer immer etwas Eisen sich auflöst und somit für die Fällung des Kupfers verloren geht.

Das noch feuchte Präcipitat wird in Form von faustgroßen Ballen gebracht, an der Luft getrocknet und darauf in kleinen schachtförmigen Oefen einer Art Röstung unterworfen. Durch dieses Brennen und die theilweise Sinterung der Masse erhalten die Cämentkupfertheilchen so viel Zusammenhang, daß sie beim Einschmelzen dem Luftstrome besser widerstehen. Auch ist mit dem Rösten noch ein anderer Vortheil verbunden; es zeigte sich nämlich, daß aus dem Schwarzkupfer, aus dem gerösteten Präcipitat erzeugt, auch ein besseres Garkupfer, als früher ohne diese Röstung, erzielt werden kann. Die Ursache davon liegt theils in der durch die Röstung bewirkten Zersetzung der schwefelsauren Eisenoxydsalze und der Oxydation des regulinischen Eisens, welches das Präcipitat verunreinigt, theils aber auch in der Verflüchtigung von gewissen Arsen- und Antimonverbindungen, womit das Cämentkupfer, der Erfahrung gemäß, ebenfalls verunreinigt ist. — Das geröstete Präcipitat wird auf offenen Herden mittelst Holzkohle und Gebläseluft eingeschmolzen, und das erhaltene Schwarzkupfer in flache Stichherde abgestochen. Man gewinnt aus dem Schmelzgute zwischen 63 und 66 Proc. Schwarzkupfer. Zum Garmachen kommt das Schwarzkupfer in Flammenöfen.

Die Rückstände der auf Kupfer benutzten Erze enthalten noch viel Kupfer, was man zum Theil dadurch gewinnt, daß man die Erze der Verwitterung überläßt und die verwitterten Erze mit Wasser auslaugt, um die hierbei sich bildende Lauge in mit Eisenstücken versehenen Kanälen zu Gute zu machen.

Zu Foldal in Norwegen [1]) schlägt man nach Sinding das Kupfer aus den Lösungen durch Schwefelwasserstoffgas nieder. Das gefällte Schwefelkupfer wird entweder auf Kupfervitriol oder auf metallisches Kupfer verarbeitet. Im ersteren Falle wird das Schwefelkupfer einer vorsichtig durchgeführten Flammenofenröstung unterworfen und dadurch in Kupfervitriol übergeführt. Soll dagegen das Kupfersulfuret auf metallisches Kupfer verarbeitet werden, so wendet man auch den Flammenofenproceß an. Da sich nämlich Schwefelkupfer und Kupferoxyd gegenseitig zu regulinischem Kupfer

[1]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 124.

reduciren, so wird eine gewisse Menge Schwefelkupfer auf einem Flammenofenherde todtgeröstet, ein anderer Theil Schwefelkupfer dahingegen, um der Oxydation desselben vorzubeugen, schnell eingeschmolzen. Das Kupferoxyd im noch glühenden Zustande wird nachgerade mit dem geschmolzenen Schwefelkupfer zusammengebracht, bis das Aufhören der Entwickelung von schwefeliger Säure zu erkennen giebt, daß das ganze Metallbad in regulinisches Metall umgewandelt worden ist, dessen weitere Behandlung hier als bekannt vorausgesetzt werden kann.

Nach dem Verfahren von de la Cenda[1]) wird das Kupfererz durch Rösten mit Schwefel oder durch Behandeln mit Schwefelsäure in Kupfervitriol übergeführt. Das Kupfererz wird ausgelaugt. Die Kupfervitriollauge wird durch Abdampfen bis auf 60° B. gebracht und dann mit 3 Proc. Holzkohlenpulver zu einem Brei angerührt, aus welchem Ziegel geformt werden. Die Ziegel werden in einem Töpferbrennofen stark erhitzt, wobei sie alle Schwefelsäure verlieren. Das zurückbleibende metallische Gemisch wird dann auf gewöhnliche Weise niedergeschmolzen.

Wegen der Kostspieligkeit des Eisens zum Ausfällen des Kupfers wendet Ad. Aas[2]) Eisenschwamm an, den er dadurch erhält, daß er die beim Kernrösten der kupferhaltigen Schwefelkiese fallenden durch Auslaugen vom Kupfervitriol befreiten Schalen mit Kohlenklein mengt und mittelst Generatorgasen reducirt. Zur Herstellnng des Eisenschwammes bedarf es nur wenig Brennmaterial und der Preis desselben ist weit niedriger als der des Roheisens. Nach dem Verfahren von Bechi und Haupt[3]) macht man durch eine mit Chlorentwickelung verbundene Röstung der Erze das Kupfer löslich und fällt nach dem Auslaugen mit Wasser mit Eisen. Th. Cobley[4]) verwandelt das Kupfer der Erze nach der gewöhnlichen Röstung derselben durch Erhitzen mit Chlormagnesium in lösliches Kupferchlorid, laugt aus und fällt das Kupfer mittelst Magnesia.

Nach der von A. Stromeyer[5]) vorgeschlagenen Methode, die sich darauf gründet, daß eine Lösung von unterschwefligsaurem Kupferoxydul-Natron durch kohlensaures Natron nicht gefällt wird, soll man die Malachit- oder Kupferlasurhaltigen Erze mit einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron kochen, zu welchem man behufs der Reduction des Kupferoxydes schwefligsaures Natron gesetzt hat. Aus der Kupferlösung soll man durch

---

1) Wagners Jahresbericht 1859 p. 88.
2) Wagners Jahresbericht 1862 p. 133.
3) Wagners Jahresbericht 1858 p. 69.
4) Repert. of patent-inventiones 1861 p. 165.
5) Wagners Jahresbericht 1860 p. 109 u. 117.

Schwefelnatrium das Kupfer ausfällen. G. Bischof sen. und jun. heben die Uebelstände des neuen Verfahrens hervor, die darin bestehen, daß die vorhandenen Kupfersulfurete sich nicht mit lösen; die Gegenwart von Kalk in den Erzen verzögert die Auflösung des Kupfers und macht die leichte Zersetzbarkeit des unterschwefligsauren Natrons nach einigen Tagen schon bemerklich.

Th. Richardson[1]) gewinnt das Kupfer aus den Kiesen auf folgende Weise:

Man mischt die fein pulverisirten Kiese mit 10 Proc. Kochsalz, das man in wässeriger Lösung, oder in Gestalt von Meerwasser, Salzsoole u. dgl. verwendet. Die feuchte Masse läßt man auf einem wasserdichten Boden dünn ausgebreitet an feuchter Luft liegen, indem man sie möglichst ausbreitet und öfters umschaufelt. Die Temperatur wird auf etwa 27° erhalten. Sobald die Masse trocken erscheint, wird sie wieder angefeuchtet. Wenn sie sich genügend oxydirt hat, wird sie ausgelaugt und das Kupfer aus der Lösung durch Eisen niedergeschlagen. (Hierbei wird sich hauptsächlich unlösliches basisches Kupferchlorid bilden.)

Von den übrigen Methoden der Kupfergewinnung auf nassem Wege seien folgende erwähnt:

Das Verfahren von Th. Levis und M. Roberts[2]). Die Erze werden gepulvert, in einer Art Kalkofen 3—24 Stunden lang geröstet, je nachdem das zu röstende Erz in Schwefelkupfer, Kupferoxyd oder Malachit besteht, und dann mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure oder mit einem Gemisch beider ausgezogen. Aus der Lösung wird das Kupfer mit Schwarzblechschnitzeln gefällt. Ein ähnliches Verfahren ist früher schon von C. Triplier[3]) beschrieben worden.

Nach Dähne[4]) (in Swansea) soll man die abgerösteten Kiese mit Eisenvitriol vermischen und die Mischung kurze Zeit bei schwacher Rothglühhitze calciniren, bis der Eisenvitriol in Eisenoxyd übergegangen ist, wobei die Schwefelsäure desselben das Kupfer in schwefelsaures Kupferoxyd verwandelt. Dieses wird nachher ausgelaugt und das Kupfer in bekannter Weise aus der Flüssigkeit niedergeschlagen. Wenn die kupferhaltige Substanz erhebliche Mengen von Thonschiefer oder Thon enthält, so wendet man nicht Eisenvitriol an, sondern man befeuchtet sie mit concentrirter Schwefelsäure, läßt die Mischung 24 Stunden lang stehen und calcinirt sie dann gelinde,

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1860 p. 109.

[2]) Wagners Jahresbericht 1858 p. 67.

[3]) Berg- u. hüttenm. Zeitung 1852 p. 544.

[4]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 105.

wobei ebenfalls das Kupfer in schwefelsaures Salz übergeht, welches nachher ausgelaugt und mittelst Eisen gefällt wird. P. Spence[1]) wendet folgendes Verfahren an: Das Erz wird geröstet und dann möglichst fein zertheilt. Hierauf bringt man 5 Tonnen desselben mit einer Mischung von 5 Ctr. Salzsäure und der doppelten Menge Wasser, in welcher 1 Ctr. Chilisalpeter aufgelöst worden ist, zusammen und läßt die Mischung in einem hölzernen Behälter 24 Stunden lang stehen. Nach dieser Zeit wird die Flüssigkeit abgezapft und das Kupfer durch Eisen daraus niedergeschlagen. Der Rückstand wird nochmals derselben Behandlung unterworfen. Clement[2]) (in Liverpool) bringt die gerösteten Kiese in eine Kammer und leitet in dieselbe Salzsäuredämpfe und eine kleine Menge Wasserdämpfe, letztere nur behufs der Erwärmung. Nach hinlänglicher Einwirkung werden die Kiese mit Wasser ausgelaugt und aus der so erhaltenen Kupferchloridlösung das Kupfer durch Eisen gefällt. Nach W. Gossage[3]) soll man das Kupfer mit einer heißen Lösung von schwefelsaurem Eisenoxyd oder Eisenchlorid ausziehen und das Kupfer mit Schwefeleisen fällen.

Ed. Häffely[4]) schlägt vor, die kupferhaltigen Kiese, die zur Entwickelung von schwefliger Säure behufs der Schwefelsäurefabrikation gedient haben, nochmals zu rösten, um den darin zurückgebliebenen Theil des Schwefels noch zu verwerthen, und dann erst zum Auslaugen zu schreiten. Zum Auslaugen der Masse dient die Flüssigkeit, welche bei der Chlorentwickelung aus Braunstein und Salzsäure zurückbleibt. Diese Flüssigkeit wird in den ersten Kasten gebracht, gelangt, nachdem sie auf das in demselben befindliche geröstete Erz gewirkt hat, vom Boden desselben aus in den zweiten Kasten, und so fort, bis sie zuletzt aus dem letzten Kasten in ein Reservoir abfließt. Für diese Operation ist, damit die ganze oder doch nahezu die ganze Menge des Kupfers ausgezogen werde, etwa eine Woche nöthig, worauf das Erz aus dem ersten Kasten entfernt und derselbe mit einer frischen Portion beschickt wird. Die zum Auslaugen dienende Flüssigkeit wird nun in den zweiten Kasten geleitet und die Lauge aus dem ersten, welcher jetzt der letzte geworden ist, abfließen gelassen u. s. f. Diese so erhaltene kupferhaltige Flüssigkeit wird, wenn sie nicht genügend sauer ist, noch mit so viel von dem sauren Rückstande der Chlorentwickelung vermischt, daß sie deutlich sauer reagirt, und am besten mit einer gewissen Menge Wasser verdünnt. Man

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 104.
[2]) Wagners Jahresbericht 1857 p. 62.
[3]) Wagners Jahresbericht 1859 p. 88.
[4]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 110.

versetzt sie sodann in einen steinernen Behälter mit dem basischen Schwefelcalcium, welches beim Auslaugen der rohen Soda zurückgeblieben ist, wodurch das Kupfer als Schwefelkupfer niedergeschlagen wird. Nachdem das ganze Kupfer in dieser Art gefällt ist, läßt man die Masse auf ein Sandfilter fließen, auf welchem das Schwefelkupfer, mit anderen Substanzen vermischt, zurückbleibt. Dasselbe wird sodann zur möglichsten Befreiung von Eisen und anderen löslichen Stoffen mit Wasser gewaschen, abtropfen gelassen, getrocknet und dann auf Kupfervitriol oder metallisches Kupfer verarbeitet.

B. Extraction des Kupfers ohne vorherige Röstung. Das Ausziehen des Kupfers aus oxydischen Kupfererzen durch Lösungsmittel ist, wie oben erwähnt, bedeutend erschwert, wenn die Erze Kalk enthalten. Gewöhnlich hört der Vortheil schon auf, wenn die Erze einen Kalkgehalt von 2 Proc. zeigen. Die bereits angeführte Methode von Stromeyer (S. 618) würde diesen Uebelstand umgehen, wenn sie in der That im Großen sich bewährte. G. und C. Bischof[1]) schlagen folgenden einfachen Weg ein: Wenn die Erze Kalk oder Gangart enthalten, so werden sie in einem gewöhnlichen Kalkofen geröstet und nachher gewaschen, um den feinen Staub von Aetzkalk und Magnesia zu entfernen. Dies gewaschene geröstete Erz wird nachher behandelt, wie es seine Constitution erheischt. Ist das Rösten und Waschen entbehrlich, so kann es sogleich mit Schwefelkies beschickt und verschmolzen werden. Das Schmelzproduct (Rohmetall) wird sodann zerkleinert und bei gelinder Rothglut geröstet und zwar unter einer Muffel, wo es nicht unmittelbar mit der Flamme in Berührung kommt. Dadurch werden die Kupferschwefelungen zum größten Theil in schwefelsaure Salze verwandelt, welche mit Wasser ausgelaugt werden. Der Rückstand wird mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, wodurch die Kupferoxydate, und, falls nicht zu viel Arsen und Antimon dabei ist, auch das Silber in Lösung gebracht wird. Ist viel Arsen und Antimon vorhanden, so muß der Rückstand bei höherer Temperatur, unter Beimischung von Kohle, Schwefelkies oder Rohmetall oder auch Schwefelzink, geröstet werden. Das hiernach resultirende Röstproduct wird mit der vorhin erhaltenen Lauge ausgewaschen; man bekommt dann das rückständig gebliebene Silber in die Lösung. Enthält das Erz kein Silber, so ist die zweite Röstung unnöthig. Die Fällung des Kupfers und Silbers geschieht auf gewöhnliche Weise. Das Fällkupfer wird zuerst mit einer verdünnten Lösung von Kupfervitriol gewaschen, um metallisches Eisen zu entfernen, sodann mit Wasser und zuletzt mit einer alkalischen Lösung, um basische schwefelsaure Eisensalze zu lösen; zur Vertreibung von Arsen

[1]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 105.

und Antimon wird es zum Schluß noch geröstet und sodann eingeschmolzen.

Nach dem von J. Michell[1]) vorgeschlagenen und auf Alderley Edge eingeführten Verfahren werden die Erze mit Salzsäure behandelt. Die Erze bestehen aus einem wechselnden Gemische von arsensaurem, kohlensaurem, phosphorsaurem und reinem Kupferoxyd. Die Beimischung von Arsenik in dem Erze ist ein großer Uebelstand, da es durch Eisen gleichfalls im metallischen Zustande gefällt wird, dem Kupfer sich beimischt und die Reinigung desselben sehr erschwert. Erst in neuester Zeit ist man dahin gelangt, auf einfachem Wege das Arsenik vor der Kupferbildung zu beseitigen. Werden 2 Volumen der frischen kupferhaltigen Lösung mit 1 Volumen Eisenchlorürlösung gemischt und zum Kochen erhitzt, so fällt ein weißer Niederschlag von arsenigsaurem Eisenoxyd, von schwankender Zusammensetzung, nieder, während gleichzeitig die überstehende Flüssigkeit stark sauer wird. Die Zerlegung ist folgende: Das Kupfererz enthält Arsensäure $As\,O_5$, welche mit Salzsäure Arsensuperchlorid $AsCl_5$ liefert. Die Eisenlösung enthält Chlorür $FeCl$; bei der Zerlegung beider erhält man arsenigsaures Eisenoxyd und Salzsäure:

Arsensuperchlorid	$As\,Cl_5$	geben	Arsenigsaures Eisenoxyd $2\,Fe_2\,O_3$, $As\,O_3$
Eisenchlorür	$4\,Fe\,Cl$		
Wasser	$9\,HO$		Salzsäure $9\,H\,Cl$

G. Barruel machte im Jahre 1852 die Entdeckung, daß sich das Kupfer auch aus kiesigen Kupfererzen (Kupferkies, Fahlerz u. s. w.) ohne vorhergehende Röstung auf nassem Wege und zwar durch Ammoniak ausziehen lasse. Man soll zu dem Ende durch das feingepulverte, mit verdünntem Ammoniak angerührte Erz einen Luftstrom treiben. Das Kupfer löst sich vollständig auf und verbleibt nach dem Abdestilliren der ammoniakalischen Flüssigkeit als Kupferoxyd in schwarzen glimmerartigen Blättchen. Es wurde gefunden, daß man 1 Aeq. Ammoniak auf 1 Aeq. Kupfer bedarf. 1 Kilogr. Kupfer erfordert 833 Kubik-Decimeter Luft. Die Operation darf nicht sehr schnell erfolgen, denn bei erhöhter Temperatur würde ein großer Theil des Ammoniaks mit fortgerissen werden. Das ausgeschiedene Kupferoxyd wird wie gewöhnlich einem reducirenden Schmelzen unterworfen. Hauer erhielt, als er diese Methode versuchte, keinen guten Erfolg. Schönbein hat den Vorgang, der bei der Kupfergewinnung nach Barruel stattfindet, durch seine Untersuchungen über die Oxydation der Bestandtheile des Ammoniaks durch poröse Körper, erläutert. Bringt man Kupferpulver,

[1]) Wagners Jahresbericht 1861 p. 105.

wässeriges Ammoniak und atmosphärische Luft zusammen, so wird der Sauerstoff so rasch absorbirt, daß man auf diese Weise einem ganzen Kubikfuß atmosphärischer Luft in wenigen Minuten den Sauerstoff entziehen konnte. In der Flüssigkeit befindet sich außer Kupferoxyd salpetrigsaures Ammoniak. Es ist daher nicht sowohl das Ammoniak, welches aus kiesigen Kupfererzen das Kupfer als Oxyd auflöst, als vielmehr die durch Oxydation des Ammoniaks gebildete salpetrige Säure. In Anschluß an die Abhandlung von Schönbein hat Tuttle gefunden, daß die Oxydation des Ammoniaks gleichzeitig mit der des Kupfers stattfinde und durch diese bedingt sei.

Was die practische Verwendung des vorstehenden Verfahrens betrifft, so wurde bei einem am Rheine angestellten Versuche gefunden, daß das Ammoniak, obgleich man in luftdichten Gefäßen arbeitete, nur zum Theil wieder gewonnen werden konnte. Bei einer Wiederholung der Arbeit verschwindet sogar das Ammoniak gänzlich. v. Liebig hat diese Erscheinung aus der Beobachtung von Way (die indessen thatsächlich von J. Ph. Bronner zu Wiesloch bei Heidelberg herrührt [1])) zu erklären gesucht, daß Ackererde das Ammoniak einer wässerigen Lösung entzieht. Damit ist nun aber auch der Anwendung des Ammoniaks zur Kupferextraction das Urtheil gesprochen, da es kein Mittel giebt, die Absorption desselben durch das Erzpulver zu verhindern. Zu einem gleich ungünstigen Resultate kam man bei zuerst zu Commern in der Eifel angestellten Versuchen [2]).

Zink.

(Zu Seite 128.)

Das Zink wird aus seinen Erzen im Allgemeinen dadurch gewonnen, daß man das Zink der Erze durch Calciniren oder Rösten in Zinkoxyd überführt und dieses reducirt. Da das Zinkoxyd erst bei 1300° C reducirt wird, während das Zink schon bei 1200° verdampft, so läßt sich das Zink nur durch Destillation und Verdichtung der Zinkdämpfe gewinnen. Die Condensation muß bei mindestens 800° vor sich gehen, damit keine Zinkdämpfe unverdichtet entweichen. Die bei der Reduction sich entwickelnden Gase sind Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Wasserdämpfe und Luft; es kann also eine Wiederoxydation der Zinkdämpfe stattfinden, wenn dieselben nicht gehörig abgekühlt sind. Um der Oxydation der Zinkdämpfe möglichst vorzubeugen, reducirt man nur solche Erze, die vorher durch Calcination von Wasser und

---

[1]) Annal. der Chemie u. Pharm. (1863) CXXVII. p. 126.

[2]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 106.

Kohlensäure befreit wurden, und leitet die Dämpfe sofort in einen abgekühlten Condensationsraum, der nicht zu geräumig sein darf, weil außerdem zu viel Zink wieder oxydirt werden würde. Wasser als Condensationsflüssigkeit anzuwenden, ist nicht passend, weil in Folge der dadurch entstehenden Spannung die Destillirapparate nicht dicht halten und die Reduction aufgehalten werden würde. Nach dem Vorschlage von Dreher soll man die Zinkdämpfe durch ammoniakalische Flüssigkeiten condensiren und zu dem Ende die Dämpfe durch eine Reihe von communicirenden Gefäßen leiten, welche mit Condensationswasser der Gasfabriken angefüllt sind, oder durch eine mit solchem Wasser befeuchtete Koksschicht. Zum Ansaugen der Dämpfe dient ein Exhaustor.

Da bei der Reduction des Zinkoxydes durch Kohle Kohlensäurebildung unvermeidlich ist, auch die Vorlagen stets Luft enthalten, so ist die Bildung kleiner Mengen Zinkoxyd nicht zu umgehen. Die Menge des durch die vorhandene Kohlensäure gebildeten Zinkoxydes ist abhängig von der Temperatur im Ofen. Nach den Versuchen von A. Müller[1]) wird nämlich

1) Kohlensäure durch Kohle in Kohlenoxyd übergeführt, selbst bei einer niedrigeren Temperatur, als bei der sich die Zinkdämpfe verdichten. Die Reduction geschieht um so rascher und vollständiger, je höher die Temperatur und je größer die Kohlenmenge.

2) Das Zink destillirt bei beginnender Weißglühhitze über.

3) Das Kohlenoxydgas reducirt das Zinkoxyd bei einer etwas höheren Temperatur, als wobei die Destillation des Zinks beginnt. Die dabei entstehenden Zinkdämpfe werden sofort durch die gebildete Kohlensäure wieder oxydirt und es erfolgt metallisches Zink nur bei einem heftigen Gasstrom und bei starker Abkühlung. Wasserstoff wirkt ähnlich.

4) Die Kohle reducirt Zinkoxyd nur bei einer viel höheren Temperatur, als Kohlenoxydgas.

Hieraus ergeben sich folgende Schlüsse: Kommen zu gleicher Zeit Zinkdämpfe und Kohle mit Kohlensäure zusammen, so werden bei einer gewissen Temperatur erstere beiden durch letztere oxydirt ($Zn + C + 2CO_2 = ZnO + CO + 2CO$). Ist die Temperatur niedriger, als die, wobei Kohle Zinkoxyd zerlegt, so wird vorzugsweise das Zink oxydirt ($Zn + C + CO_2 = ZnO + C + CO$). Wenn die Temperatur eine solche ist oder höher, als wobei Zinkoxyd durch Kohle reducirt wird, so wird hauptsächlich nur Kohle oxydirt ($Zn + C + CO_2 = Zn + 2CO$); bei Anwendung von Wasserstoff erhält man Zinkdämpfe und Wasser. Um bei Gegenwart von

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 152.

Kohle metallisches Zink zu erhalten, muß die Temperatur bis zu dem Punkt erhöht werden, wo die Verwandtschaften des Zinks und der Kohle entgegengesetzt sind, und dies ist eine intensive weiße Rothglühhitze; der Sauerstoff des Wassers verbindet sich dann auch mit der Kohle. Es giebt nämlich $Zn + HO + C$ bei niedrigerer Temperatur $ZnO + C + H$ und bei höherer Temperatur $Zn + CO + H$.

Bei Beginn der Zinkdestillation sind die Verdichtungsräume noch so kühl, daß die Zinkdämpfe sich nicht zu flüssigem, sondern sofort zu festem fein zertheiltem Metall verdichten, welches den Namen Zinkrauch führt. In einem Zinkrauch von Borbeck in Schlesien fanden sich

Zink	97,82
Eisen	0,16
Blei	0,23
Kadmium u. Arsen	0,08
	98,29

Ein anderer Zinkrauch aus einem englischen Zinkofen enthielt

Zinkoxyd	46,70
Kadmiumoxyd	16,23
Eisenoxyd	4,45
Thonerde	0,75
Kalk	1,43
Schwefel	0,82
Schwefelsäure	2,85
Kohlige Substanz	10,01
Wasser	1,98
Unaufgeschlossener Rückstand	7,94
Rest	6,84
	100,00

Das künstliche Zink ist nie rein, so ergab z. B. die Analyse von vier Sorten Zink

	1.	2.	3.	4.
Zink	96,27	99,05	98,76	99,17
Blei	3,33	0,27	0,91	0,68
Kadmium	0,30	0,23	0,16	—
Eisen	0,10	Spur	0,17	0,14
Kohlenstoff	—	—	—	0,003

Die Zinkproduction aller Länder ist etwa folgende:

Schlesien	780,000 Ctr.
Die verschiedenen rheinischen Gesellschaften excl. Vieille Montagne	220,000 „
Die Vieille Montagne	340,000 „
Die übrigen belgischen Gesellschaften	190,000 „
Spanien	30,000 „
England	130,000 „
Frankreich	10,000 „
Oesterreich	15,000 „
Polen	30,000 „
	1,695,000 Ctr.

Kadmium.

(Zu Seite 135.)

Das Kadmium kommt im Galmei, wie in der Zinkblende vor. Nach den Angaben von B. Kerl enthält

schlesischer Galmei	bis über 5 Proc. Cd.
Galmei von Wiesloch	„ „ 2 „ „
Blende vom Oberharz	0,35—0,39 „ „
Blende von Przibram	1,78 „ „
Blende von Eaton (Nordamerika)	3,2 „ „

Der Kadmiumgehalt dieser Erze concentrirt sich in dem gelblichbraunen Rauche, welcher bei Beginn der Zinkdestillation sich entwickelt. Dieser Rauch, welcher bis zu 30 Proc. Kadmiumoxyd und kohlensaures Kadmiumoxyd, außerdem Zinkoxyd und Zinkcarbonat enthält, dient als Kadmiumerz, aus welchem man durch Reduction in passenden Gefäßen das Kadmium überdestillirt. Die Trennung dieses Metalles vom Zink beruht darauf, daß das Kadmium schon bei der Temperatur des schmelzenden Zinkes (bei 360°) dampfförmig wird, während das Zink erst in der Weißglühhitze destillirt. Dieser Weg der Trennung beider Metalle ist nur vortheilhaft, wenn beide Metalle als Oxyde vorhanden sind; sind sie jedoch metallisch, so reißt der Kadmiumdampf viel Zink mit sich fort und es sind nicht allein mehrere Destillationen nöthig, sondern es findet auch ein ziemlich großer Verlust statt.

Aus kadmiumhaltigem Zink oder kadmiumhaltigem Zinkstaub scheidet man nach Jaeckel[1]) das Kadmium auf nassem Wege aus, welcher darauf beruht, daß sich in Gemengen von Zink, Kadmium und Blei ersteres

[1]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 162.

zuerst in Säuren löst und bereits gelöstes Kadmium nebst Blei wieder durch Zink gefällt wird. Aus der Zinklösung läßt sich durch Kalkmilch schön weißes Zinkoxyd niederschlagen, während aus dem aus Kadmium und Blei bestehenden Rückstande durch Destillation Kadmium gewonnen wird. 1400 Pfund kadmiumhaltiges Zink geben gegen 70 Pfd. Kadmium.

Im Jahre 1860 erzeugte man zu Lydogniahütte in Schlesien über 2 Ctr. Kadmium im Werthe von etwa 700 fl. rhein.

Das Kadmium schmilzt bei 315—316° und verflüchtigt sich bei 360°, wobei es erstickende, orangegelbe Dämpfe bildet. Man nimmt allgemein an, daß das Kadmium, obgleich selbst sehr dehn- und hämmerbar, spröde Legirungen liefert. Dies ist wahr für die Legirungen desselben mit dem Golde, Platin, Kupfer und in gewissen Verhältnissen mit dem Quecksilber; so beschrieb Berthier ein bei 75° schmelzbares silberweißes Kadmiumamalgam, welches 21,70 Proc. Kadmium enthält, in Oktaëdern krystallisirt und außerordentlich hart und spröde ist. Die Legirungen des Kadmiums mit dem Blei, Zinn und in gewissen Verhältnissen mit dem Silber und Quecksilber sind hingegen sehr dehnbar. Eine Legirung von 2 Th. Silber und 1 Th. Kadmium ist vollkommen hämmerbar, sehr hart und sehr zähe. Gleiche Theile Silber und Kadmium bilden eine Legirung, welche ebenfalls hämmerbar, aber weniger zäh ist; eine Legirung von 2 Th. Kadmium mit 1 Th. Silber ist hingegen spröde. Gleiche Theile Kadmium und Quecksilber bilden ein sehr plastisches, cohärentes und sehr hämmerbares Amalgam; mit 2 Th. Quecksilber und 1 Th. Kadmium ist das Amalgam fast ebenso hämmerbar, aber weniger cohärent. Man verdankt Wood auch die Kenntniß von Legirungen, deren Schmelzpunkt durch ihren Kadmiumgehalt sehr erniedrigt ist. So schmilzt die (als Wood'sche bekannte) Legirung von 2 Th. Kadmium, 2 Th. Blei und 4 Th. Zinn leichter, als die entsprechende d'Arcet'sche Legirung mit Wismuth. In seinen Legirungen mit dem Silber und Antimon erhöht das Kadmium die Schmelzbarkeit nicht.

Eine Legirung von 1—2 Th. Kadmium, 2 Th. Zinn, 4 Th. Blei und 7—8 Th. Wismuth schmilzt bei 71° C. und hat alle Eigenschaften, welche man von einem Metallkitt verlangt. Noch wichtiger ist die von Lipowitz vorgeschlagene Legirung aus 3 Th. Kadmium, 4 Th. Zinn, 15 Th. Wismuth und 8 Th. Blei; sie ist fast silberweiß, nimmt hohen Glanz an, liefert biegsame Bleche und läßt sich feilen, ohne die Feile zu verschmieren. Spec. Gewicht = 9,4. Sie erweicht bei 55—60° und wird bei etwa 63—65° C. flüssig. Man empfiehlt sie zum Plombiren der Zähne und als Loth da, wo Gegenstände keiner starken Erwärmung ausgesetzt sind. Zinn, Blei und Britanniametall können durch obige Legirung in heißem

Wasser von 70° zusammengekittet werden. Neusilber, Zink, Eisen, Messing und Kupfer ebenfalls, wenn dem Wasser einige Tropfen Salzsäure zugesetzt werden.

Platin.

(Zu Seite 155.)

Nach den Angaben von Deville beträgt der Platingehalt bei Platinerzen aus

Columbien	76,8 — 86,20 Proc.
Californien	76,5 — 85,50 „
Oregon	50,45 „
Australien	59,80—61,40 „
Sibirien	73,5 —78,9 „
Borneo	57,75—70,21 „

Die jährliche Ausbeute an Platin beträgt 4300—4600 Pfund, wovon auf den Ural 3800—4000 Pfd., auf Columbia und Brasilien 600 Pfund kommen.

Das vorzüglichste Verfahren der Gewinnung des Platins aus dem Platinerze ist das von Deville und Debray im Jahre 1859 angegebene, welches darauf beruht, daß das Blei alle Metalle des Platinerzes auflöst, mit alleiniger Ausnahme des Osmium-Iridiums und des Eisens. Man schmilzt das Platinerz in einem Flammenofen mit dem gleichen Gewicht Bleiglanz zusammen (wobei das Eisen einen Theil des Bleiglanzes zersetzt und daraus metallisches Blei abscheidet) und erhält dadurch einen Regulus, auf dessen Grund das Osmium-Iridium sich befindet, während auf dem Regulus eine Bleischlacke schwimmt. Der platinhaltige Regulus wird hierauf auf dem Treibherde (siehe Silber) abgetrieben, wobei alle fremden Metalle sich verflüchtigen oder sich in die Herdmasse ziehen, während das zurückbleibende Platin durch Umschmelzen in Kalktiegeln gefeint wird; der Kalk wirkt hierbei auf alle Unreinigkeiten des Platins wie Silicium, Eisen, Kupfer u. dergl. ein und verwandelt sie in schmelzbare Verbindungen, die sich in die poröse Masse der Schmelzgefäße ziehen. Das Heizmaterial ist Leuchtgas, das mit Sauerstoff verbrannt wird. Um 1 Kilogramm Platin zu schmelzen, braucht man 100 Liter Sauerstoff und 300 Liter Leuchtgas [1]).

---

[1]) Die Firma Johnson, Matthey u. Co. in London hatte auf der internationalen Ausstellung des Jahres 1862 durch einen massiven, $2^1/_3$ Ctr. schweren Block reines Platin eine Probe dafür abgelegt, daß sie die Schmelzung der größten Massen Platin, die je auf einmal zur Verarbeitung kommen dürften, nach Deville's Schmelzmethode völlig in der Gewalt hat.

Gold.

(Zu Seite 176.)

Ueber die große Verbreitung des Goldes geben die Arbeiten von Eckfeldt Aufschluß, welcher das Gold fand in allen Proben Bleiglanz, in Bleibarren aus Spanien, in geprägtem englischem Kupfer, in Antimonregulus und in Thonsorten (z. B. in dem Thon, der unter der Stadt Philadelphia liegt; diese Thonschicht hat eine Mächtigkeit von 15 Fuß und eine Ausdehnung von 10 Quadratmeilen; es ist berechnet worden, daß in der Thonschicht unter den Häusern und Straßen von Philadelphia für 126 Mill. Dollars = 630 Mill. Franken, und in der Thonschicht, welche die Stadt umgiebt, für mehr als 1000 Millionen Dollars Gold enthalten seien).

Um aus goldhaltigem Quarze das Gold zu gewinnen, soll man nach dem Vorschlage von Squire das Gestein stark erhitzen, wodurch nicht allein das Pochen desselben, sondern auch die Absonderung des Metalles durch Schlämmen wesentlich dadurch erleichtert wird, daß die metallischen Theilchen sich in der Schmelzhitze in Kügelchen zusammenziehen, die sich wegen ihres größeren Gewichtes leichter absetzen. Eigenthümlich ist die von Hardings vorgeschlagene Methode der Gewinnung des Goldes aus goldführendem Quarze; nach ihr wird nämlich der Quarz in überschüssigem Alkali aufgelöst. Es wird hierbei jede Spur von Gold gewonnen und die resultirende Wasserglaslösung allein ist schon mehr werth, als alle bei dem Proceß verwendeten Kosten betragen.

Das in den Eisenkiesen von Bodenmais in Bayern enthaltene Gold, so wie das in dem Vitriolschwand befindliche[1]) sucht R. v. Fuchs dadurch zu gewinnen, daß er die Kiese erst für sich, dann mit 3 Proc. Kochsalz röstet, worauf ihnen mit Quecksilber alles Gold und Silber entzogen wird. Der Vorgang beim Rösten ist folgender: Durch die Schwefelsäure des durch Rösten des Eisenkieses entstandenen schwefelsauren Eisenoxydes wird aus dem Kochsalze unter Mitwirkung des Wassers Salzsäure frei, wozu auch die vorhandene Kieselerde viel beiträgt, welche in der Hitze auf das Kochsalz ebenso wirkt, wie die Schwefelsäure. Die Salzsäure wird unter Mitwirkung eines Theiles des Eisenoxydes zu Chlor reducirt ($3\,Cl\,H + Fe_2\,O_3 = Cl + 2\,Fe\,Cl + 3\,HO$), welches sich mit dem Gold und Silber zu Chlormetallen vereinigt. Ist die Röstung zu schwach, so werden Silber und Gold nur zum Theil oder gar nicht in Chlormetalle verwandelt; ist sie da-

[1]) 100 Ctr. Eisenkies enthalten 3,7 Loth Gold, 100 Ctr. Vitriolschwand (Potté) 64 Loth güldisches Silber (mit nicht mehr als 1,6 Loth Gold).

gegen zu stark, so wird das Goldchlorid entweder zersetzt oder verflüchtigt. Es ist daher einige Uebung nothwendig, um den rechten Temperaturgrad zu messen. Nach der Röstung wird das Erz amalgamirt, wobei man auf 100 Th. Erz 20 Th. Quecksilber rechnet. Auf diese Operation kommt das Verwaschen der Erze, was auf bekannte Weise geschieht. Hierbei erhält man alles Quecksilber wieder bis auf den Theil, welcher zur Reduction des Goldes und Silbers verwendet worden und in den Rückständen bleibt. Das Quecksilber ist nämlich bei diesem Verfahren genau so wie bei der amerikanischen Amalgamation nicht blos Auflösungsmittel, sondern auch Reductionsmittel, so daß für jedes Aequivalent Silber, welches aus dem Chlorsilber reducirt wird, ein Aequivalent Quecksilberchlorür ($AgCl + 2Hg = Ag + Hg_2Cl$) sich bildet.

Ein anderes Verfahren ist das mit schwefelsaurem Quecksilberoxyd (Quecksilbervitriol) und Kochsalz. Die Erze werden gut geröstet, fein gemahlen und dann mit einer sehr verdünnten Auflösung von dem genannten Vitriol in Kochsalzlösung getränkt. Auf 100 Th. geröstetes Erz werden 4 Th. Quecksilbervitriol, welcher 50—54 Th. Quecksilber enthält, genommen. Nach 24stündiger Digestion an einem warmen Orte erhitzt man den Brei in einem Kessel von Gußeisen und mengt Gußeisenpulver oder Eisenblechabschnitte zu. Die Theorie ist folgende: Der in der Kochsalzlösung befindliche und zum Theil in Sublimat umgewandelte Quecksilbervitriol durchdringt das Erzmehl und kommt mit allen Goldtheilchen in Berührung. Kommt dann Eisen hinzu, so wird Quecksilber reducirt, welches nun Gelegenheit hat, alles Gold aufzunehmen. Die im Quecksilbervitriol überschüssig vorhandene Schwefelsäure macht aus dem Kochsalze Salzsäure frei, welche unter Mitwirkung des Eisenoxydes mit dem Silber Chlorsilber bildet, das durch das Quecksilber ebenfalls reducirt und aufgenommen wird. Anfangs wird vielleicht auch etwas Goldchlorid erzeugt. Wenn das Eisen eingemengt wird, entsteht anfänglich auch etwas Calomel, woraus durch fortgesetzte Einwirkung des Eisens das Quecksilber reducirt wird. Dazu trägt der Ueberschuß von Kochsalz, wodurch das Quecksilberchlorür etwas auflöslich gemacht wird, sehr viel bei. Wenn sich auf einem, ein paar Minuten lang in die Masse gehaltenen eisernen Spatel kein Quecksilber mehr niederschlägt, werden 10 Th. Quecksilber auf 100 Th. Erz zugesetzt und Alles 1—$1\frac{1}{2}$ Stunde lang gut umgerührt. Zuletzt erfolgt das Verwaschen. Das Quecksilber enthält aber nicht blos Silber und Gold, sondern auch Kupfer und Blei; will man es daher, ohne es zu destilliren, zu einer nachfolgenden Operation wieder verwenden, so muß man es durch Zwillich pressen. Der Rückstand wird für sich abgetrieben und destillirt.

Enthalten die gerösteten Schwefelkiese Schwefelsäure und Kieselsäure nur in geringer Menge, so feuchtet man sie vor der Röstung mit sehr verdünnter Schwefelsäure an. Zusatz von geröstetem Eisenvitriol wird jedenfalls die nämlichen Dienste leisten.

Versuche mit dem Vitriolschwand angestellt, lieferten ungünstige Resultate, aus denen zu schließen war, daß in diesem Schwand eine Substanz sein müsse, welche das Gold so bindet, daß es dem Quecksilber nicht zugänglich ist; diese Substanz scheint neben Zinnoxyd das Eisenoxyd zu sein, welche vielleicht mit dem Golde in der Glühhitze eine ähnliche Verbindung eingeht, wie das Zinnoxyd mit dem Gold in dem Purpur des Cassius. Diese Beobachtung ist nicht unwichtig, insofern sie jedenfalls so viel beweist, daß man sich vergeblich bemühen würde, wollte man dem gerösteten goldhaltigen Schwefel- oder Magnetkies, wäre er auch frei von Zinn, durch directe Amalgamation das Gold entziehen.

Die Entgoldung mittelst Chlor (Seite 180) wie sie mit den Arsenikabbränden von Reichenstein in Schlesien ausgeführt wird, ist von G. Georgi ausführlich beschrieben worden. Nach ihr geschieht die Imprägnation der Erze in großen Bottichen aus Steingut; sie sind mit einem trichterförmigen Ansatze versehen, der mit Steinen und Kiesgeröllen gefüllt wird. Auf dieses Gerölle kommt ein Siebboden von Thon. In je zwei Bottiche werden $1^1/_2$ Ctr. schwach angefeuchtete, im Winter erwärmte Abbrände gefüllt. Das Chlor wird vermittelst Braunstein entwickelt und durch Bleiröhren von unten in die Bottiche geleitet. Ist die Chlorentwickelung beendet und zeigen sich an der kleinen im Holzdeckel befindlichen Oeffnung beim Darüberhalten eines mit Ammoniak befeuchteten Glasstabes weiße Nebel, so werden alle Oeffnungen im Deckel mit Mehlteig lutirt und bis zum nächsten Tage der Ruhe überlassen. Den folgenden Tag laugt man die imprägnirten Bottiche mit Wasser aus. Aus den Goldlaugen wird das Gold mittelst Schwefelwasserstoff (aus fein gepochtem Bleistein und verdünnter Schwefelsäure entwickelt) gefällt. Die Flüssigkeit wird filtrirt und die auf dem Filter zurückbleibende Mischung von Gold und Schwefel getrocknet. Die getrockneten Filter werden in großen Porcellanschalen verbrannt, die verkohlte Masse wird mit Königswasser ausgekocht, gut ausgewaschen und die Goldlösung mit Eisenvitriol niedergeschlagen.

In neuerer Zeit bemüht man sich, den goldhaltigen Sand des Districtes bei Goldberg und Löwenberg in Niederschlesien, der sich über eine Fläche von 20 Quadratmeilen ausdehnt, in derselben Weise auf Gold zu verarbeiten, wie die Arsenikabbrände. Der Sand enthält nur sehr wenig Gold (0,0016 Proc.); man hofft aber den Proceß so billig aus-

führen zu können, daß die Gewinnung des Goldes dennoch vortheilhaft ist.

Nach der von A. Hauch herrührenden Entgoldungsmethode wird die gold- und silberhaltige Substanz chlorirend geröstet und mittelst unterschwefligsauren Natrons Gold und Silber extrahirt. Aus der Lösung fällt man die Metalle durch Schwefelcalcium; der Niederschlag wird geröstet und mit Blei abgetrieben, wobei güldisches Silber erfolgt, welches durch Schwefelsäure geschieden wird.

Nickel.

(Zu Seite 187.)

Tissier stellte die technisch wichtigeren Eigenschaften des Nickels fest. Er fand, daß das Nickel ungeachtet seiner Aehnlichkeit mit dem Eisen sich von demselben ganz besonders durch seine größere Widerstandsfähigkeit gegen chemische Agentien unterscheidet. Es fällt das Kupfer aus seinen Lösungen nicht, wie Eisen und Zink. Die Säuren, mit Ausnahme der Salpetersäure, sind in der Kälte auf das reine Nickel nur von geringer Wirkung. Schwefelsäure, mit dem doppelten Gewicht Wasser verdünnt und 14 Tage lang mit 18 Grm. Nickel in Berührung gelassen, löst davon nur 0,032 Grm. auf; bei Salzsäure betrug die aufgelöste Menge unter gleichen Umständen 0,15 Grm. Aus diesen Resultaten folgt, daß das Nickel edler ist als Eisen, Zink, Kupfer und Blei und eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Silber zeigt. Es entsteht daher die Frage, ob man, da bei der Verwendung des Nickels zu Neusilber seine werthvollen Eigenschaften sicher nicht vollständig ausgenutzt werden, das Nickel nicht für sich verarbeiten und auf diese Weise mehr seinem wirklichen Werthe entsprechend verwenden sollte. Im reinen Zustande läßt sich das Nickel schmieden, walzen, zu Draht ziehen und besitzt ziemlich die Widerstandsfähigkeit des Eisens. Nach Wertheim verhält sich die Zähigkeit des Nickels zu der des Eisens wie 9 : 7.

Das Nickel wird gegenwärtig, wenn es verlangt wird, sehr rein in den Handel geliefert, so hatte Dr. Fleitmann in Iserlohn reines Würfelnickel (auch reines Kobaltmetall) in London 1862 ausgestellt, welches aus

Nickel	99,57
Kupfer	0,18
Eisen	0,20
Kohle	0,30
	100,25

bestand. Zwei Sorten von Würfelnickel aus Nassau (a) und aus Ungarn (b) ergaben bei der Analyse in 100 Theilen:

	(a)	(b)
Nickel	93,57	96,25
Kobalt	0,97	0,32
Eisen	1,75	1,75
Schwefel	2,05	0,69
Silicium	1,31	0,47
	99,65	99,48

Die Production an Nickel ist gegenwärtig im Zollverein eine sehr bedeutende, wie folgende Angaben zeigen:

Jahrgang	Production in Ctrn.
1848	263
1851	398
1853	484
1855	1126
1856	3390
1857	2175
1859	3684
1860	3201
1861	3932
1862	4124

In einigen Ländern, so in Nassau, hat man gegenwärtig die Production von reinem Nickelmetall aufgegeben und dafür ein anderes Product eingeführt, nämlich eine möglichst eisenfreie Legirung von Nickel und Kupfer. Letztere Methode ist höchst zweckmäßig, weil die nickelführenden Erze fast durchweg auch zugleich kupferführend sind, und ohnehin jetzt die Hauptanwendung des Nickels zur Herstellung des Neusilbers dient und daher die mit großer Mühe ausgeführte Abscheidung des Kupfers, welche bei der Darstellung des Neusilbers wieder zugesetzt werden muß, als nutzlos betrachtet wird.

Aluminium.

(Zu Seite 203.)

Nach den bis jetzt (1864) vorliegenden Erfahrungen kann man dem Aluminium eine große technische Bedeutung nicht einräumen. Doch sind einige seiner Anwendungen immer von Interesse. So hat man z. B. sogleich bei dem Bekanntwerden dieses Metalles die Frage aufgeworfen, ob

das Aluminium nicht zum Münzprägen angewendet werden könnte. Durch Leichtigkeit und Reinlichkeit würde solche Münze sehr angenehm sein, und das Falschmünzen wäre ausgeschlossen, weil kein anderes hier anwendbares Metall ein so geringes spec. Gewicht hat. Mit der Zeit wird man ohne Zweifel dahin gelangen; aber für jetzt sind noch zu viele Modificationen in den Verhältnissen der Fabrikation zu erwarten und noch zu viele Ungleichheiten zwischen den verschiedenen Ländern in Beziehung auf die Gewinnung des Metalles vorhanden. Man könnte hinzufügen, daß ein Metall, welches sich in Seifensiederlauge begierig auflöst, nicht den für Geld (abgesehen von Scheidemünze) unerläßlichen Charakter eines edeln Metalls an sich trägt; daß das Münzmetall auch für andere Gebrauchszwecke vorzügliche Tauglichkeit haben muß, wenn es sich in Werthschätzung erhalten soll; besonders aber, daß Silber und Gold durch keinerlei äußere Einflüsse, selbst nicht durch Auflösung in Säuren rc. eigentlich verloren gehen, sondern durch leichte Verfahrungsarten mit wenig Kosten wiederhergestellt werden können, wogegen das Aluminium, in Thonerde verwandelt, völlig werthlos ist und zu seiner Wiederherstellung ganz ebenso großen Kostenaufwand wie zu der ersten Gewinnung erfordert. Zudem vergesse man nicht, daß Gold und Silber ihren hohen Werth zum wesentlichen Theile ihrem seltenen Vorkommen verdanken; Aluminium aber könnte in jeder chemischen Fabrik ohne Schwierigkeit bereitet werden. Es wäre daher die Geldprägung aus Aluminium ein den Grundbedingungen des Geldwesens widersprechendes Unternehmen, und wenn schon das russische Platingeld sich nicht halten konnte, so hätte das Aluminiumgeld noch hundertfach weniger Aussicht.

Aber zur Verfertigung von Denkmünzen, Preismedaillen bei Ausstellungen, Rechenpfennigen, Spielmarken und Gewichten hat das Aluminium schon ziemlich mannichfaltige Anwendungen gefunden, zu welchen es durch seine Geschmeidigkeit und seine Unveränderlichkeit an der Luft ausgezeichnet geeignet ist, zumal es durch das Leuchtgas und die Ausdünstung der Abtritte nicht leidet, welche das Silber, das Kupfer und deren Legirungen so schnell schwärzen. Gegen diese Anwendungen ist gerade kein Einwurf zu erheben; die Vorliebe dafür wird sich aber größtentheils auf Curiositätenliebhaber beschränken. Medaillen aus Britanniametall geprägt und galvanisch versilbert, sehen übrigens weit schöner aus als die wenigstens zwanzigmal so theuern Aluminiummedaillen, und genügen gewiß Jedem, der silberartiges Aussehen ohne die großen Kosten des Silbers wünscht.

Die Schmuckwaarenfabrikation hat sich schnell des Aluminiums bemächtigt, dessen Leichtigkeit für Armbänder und Kopfschmuck höchst schätzbar ist, und welches vermöge seiner Gußfähigkeit, seiner Geschmeidigkeit beim

Prägen, seiner Tauglichkeit zu ciselirter Arbeit, seines unveränderlichen Glanzes, seines schönen Matt, selbst seiner Farbe, welche jene des Goldes hebt, einen vortrefflichen Ersatz für das Silber in allen den Fällen gewährt, wo nicht Gold ausschließlich der Stoff des Schmuckes ist. — Es scheint, daß das Aluminium in der Schmuckfabrikation etwa eine Rolle spielen könnte, wie jetzt die des Platins ist, nämlich zur Herstellung weißer Verzierungen auf Goldwaaren; selbstständige Schmuckgegenstände aus Aluminium dürften ebenso wenig Liebhaber finden als solche aus Platin, weil ihre Farbe nicht schön genug ist. Aus dem nämlichen Grunde ist eine erfolgreiche Concurrenz mit dem Silber nicht zu erwarten, und wollte man etwa das Aluminium versilbern, so fiele jeder Grund weg, es dem viel wohlfeileren Neusilber und Britanniametall vorzuziehen.

Ein Pariser Fabrikant, Perret, hat den Vortheil erkannt, welchen er aus dem neuen Metall ziehen konnte: er wendet es in vielerlei Gestalten an, zu eingelegter Arbeit, zum Ausfüttern der Fächer in Chatoullen u. dgl., zu Deckeln auf Gläsern, zu kleinen Gefäßen und Geräthen jeder Art; er will es selbst statt Krystallglas gebrauchen, um den Reisenecessaires die größte Leichtigkeit zu verleihen. Ein Schritt weiter, und man kommt zur Anfertigung massiv aus Aluminium gegossener ciselirter, guillochirter, damascirter Tabaksdosen, Büchsen, Etuis u. dgl. Petschafte, Federhalter, Schreibzeuggarnituren, Briefbeschwerer, Cigarrengestelle, Hemdknöpfe, Jagdgeräthe, Stock- und Reitpeitschenknöpfe, Fingerhüte, Pferdegeschirrbeschläge, Statuetten, Leuchter, Armleuchter, Verzierungen auf Tischuhren, Becher, Vasen und tausend andere Artikel bieten sich von selbst dar. Die Vergoldung wird diese Benutzungen des Aluminiums noch bedeutend erweitern. Man macht bereits aus Aluminium Hausschlüssel, Dessertmesserklingen, Messer- und Gabelhefte, Löffel, Gabeln, Serviettenringe, Brillengestelle, Fassungen für Operngläser, Sextanten, Nivellirinstrumente u. s. w. — Kein Zweifel, daß man alle die genannten Waaren, und viele mehr, aus Aluminium machen kann, aber wir sind überzeugt, daß bei dem hohen Preis die Liebhaber sich meist verlieren werden, sobald der Reiz der Neuheit verschwunden ist. Für eine dauernde und allgemeine Anwendung ist das Aluminium bei seinem immer noch hohen Preise nicht schön und edel genug.

Die Uhrmacherkunst, die Fabrikation chirurgischer und musikalischer Instrumente, die Verfertigung künstlicher Gebisse könnten aus der Benutzung des Aluminiums manchen Vortheil ziehen. — Der gegenwärtige Stand der Aluminiumfrage, wie er auf der Londoner Industrieausstellung des Jahres 1862 zu Tage getreten ist, ist der, daß dem Aluminium eine wirkliche bedeutende Rolle nur dann bevorsteht, wenn man unverhofft einst dahin

kommt, es durch äußerst wohlfeile Darstellung in den Kreis der gemeinsten Metalle einzuführen.

Legirungen.

(Zu Seite 204.)

Die Kupfer-Zinklegirungen, unter denen das Messing obenan steht, unterscheiden sich durch ihre eigenthümliche gelbe Farbe von den ins Braungelbe nüancirenden Legirungen des Kupfers mit Zinn. Kupfer und Zink lassen sich in allen Gewichtsverhältnissen zu homogenen Legirungen zusammenschmelzen, die unter den verschiedensten, oft sonderbaren Namen die industrielle Arena betreten. Das Messing[1]), die wichtigste dieser Verbindungen, ist aus 2 Th. Kupfer und 1 Th. Zink zusammengesetzt. Die technisch wichtigsten Eigenschaften des Messings sind folgende:

Es ist härter als Kupfer und widersteht mithin der Abnutzung besser; es ist im hohen Grade dehn- und hämmerbar und läßt sich sowol zum feinsten Draht ausziehen als zu den dünnsten Blechen auswalzen und durch Treiben in jede beliebige Form bringen. Mit angenehmer Farbe verbindet es große Politurfähigkeit und Wohlfeilheit. Den atmosphärischen Einflüssen widersteht es besser als das Kupfer. Die Dehnbarkeit des Messings ist abhängig von der Temperatur, von seiner Zusammensetzung und der Reinheit des Componenten. Gewisse Messingsorten sind nicht dehnbar, andere nur in der Kälte, noch andere nur in der Wärme. Bei hoher Temperatur ist alles Messing spröde. Vor dem Abkühlen zerbrochenes Messing zeigt einen grobfasrigen Bruch, während bei kaltem Messing der Bruch feinkörnig erscheint.

Ueber den Zusammenhang der Eigenschaften der Kupfer-Zinnlegirungen mit ihren Mischungsverhältnissen giebt folgende Tabelle Aufschluß:

	Zusammensetzung		Spec. Gew.	Dehnbarkeit	Farbe
No.	Cu	Zn			
1	86,3	13,7	8,7055	weniger als Tomback	fast wie Tomback
2	84,0	16,0	8,6390	wie Rothmetall	fast wie Rothmetall
3	80,6	19,4	8,6796	—	röthlich eine Messinggelbe
4	75,9	24,1	8,6095	—	
5	73,8	26,2	8,5821	wie Messing	wie Messing
6	67,5	32,3	8,4996		
7	60,0	40,0	8,3751		
8	59,0	41,0	8,2292		

[1]) Percy, Metallurgy, Vol. I. p. 606—623.

No.	Zusammensetzung Cu	Zn	Spec. Gew.	Dehnbarkeit	Farbe
9	52,0	48,0	—	ziemlich spröde	schön goldfarbig
10	46,5	35,5	—	ziemlich dehnbar, durch Hämmern sehr spröde	
11	44,0	56,0	—	sehr spröde mit muschligem Bruche	
12	35,5	64,5	—	noch spröder	
13	24,8	75,2	—	spröde, schwach dehnbar, körniger Bruch	
14	21,0	79,0	—	ebenso	
15	14,75	85,3	—	spröde, mit feinkörnigem Bruche	
16	11,2	88,75	—	beginnende Walzbarkeit	
17	9,5	90,5	—		

Die Zusammensetzung des Messings der verschiedenen Messingwerke ist sehr verschieden, so fand sich in Messing von

	Stollberg	Ocker am Harz	Hegermühl	China	Dreïde
Kupfer	65,80	62,24	70,16	56,59	68,21
Zink	33,80	37,27	27,45	38,27	31,52
Zinn	0,25	—	0,79	3,30	0,48
Blei	0,28	0,59	0,20	1,08	—
Eisen	—	0,12	—	1,47	0,24
	98,13	100,22	98,60	100,71	100,45

Man hat gefunden, daß die Gegenwart von Antimon und die von Zinn das zum Walzen bestimmte Messing brüchig macht, dagegen Blei dem Messing die Eigenschaft ertheilt sich leichter dehnen zu lassen. Ein Zusatz von etwa 2 Proc. Blei ist zu dem Ende genügend. Messing zu gravirten Tafeln (*Brass for engraving upon*) wie z. B. zu Namenschilden an Thüren wird mit etwas Zinn versetzt, weil es dann scharf vor dem Stichel losgeht und der Span sich freier hebt und aufwindet. Das zu Gürtlerarbeiten dienende Messing soll nicht weniger als 66,5 Proc. Kupfer enthalten.

Neben vielen in industrieller Hinsicht wichtigen Eigenschaften besitzt das Messing die üble Eigenschaft, unter dem Einflusse von Erschütterungen und Oscillationen spröde und brüchig zu werden. Starker und biegsamer Draht wird oft in wenigen Wochen so spröde, daß er beim Versuche zu biegen sofort bricht. Zum Aufhängen von Hängelampen dienende Messingketten erhalten

mit der Zeit nicht selten so große Neigung zum Brechen, daß sie durch das Gewicht der Lampe allein abreißen. Blitzableiter aus Messingdrahtseil bestehend werden zuweilen so spröde, daß der Wind das Seil in Stücke bricht. Ob mit dieser Eigenschaft des Messings, welche an die Eigenschaft des sehnigen Schmiedeeisens, durch ununterbrochene Vibrationen körnig-krystallinisch zu werden und dann zu brechen, erinnert, eine Erfahrung der Messingdrahtzieher in Verbindung steht, wollen wir dahin gestellt sein lassen. Es kommt nämlich nicht selten vor, daß hart gezogener Draht, wenn man ihn unmittelbar von der Trommel weg anläßt, in Stücke springt. Nach der Angabe von Sachverständigen soll diese Erscheinung jedoch nur bei Draht zu bemerken sein, zu welchem das Messing aus 75 Th. Kupfer und 25 Th. Zink besteht, und soll dadurch verhindert werden können, daß der aufgewundene Draht vorher mit der Hand gefaßt und wiederholt damit auf den Tisch geschlagen wird.

Viele Messinggegenstände werden zum Schutze gegen atmosphärische Einflüsse mit einem Lacküberzuge versehen. Zuweilen sucht man auch die Farbe der Oberfläche abzuändern, so erhält man eine dunkelgraue Nüance durch Eintauchen der Gegenstände in eine Lösung von arseniger Säure in Salzsäure, oder mittelst Platinchlorid, oder mit einer mit Essig versetzten Lösung von Quecksilberchlorid, oder endlich durch Reiben mit Graphit.

An das Messing schließt sich an das Muntzmetall (1832 von F. Muntz in Birmingham dargestellt), welches aus

Zink	Kupfer
37—50	50—63 Proc.

besteht. Es wird zu Schiffsbeschlägen angewendet und zu diesem Zwecke dem Kupfer vorgezogen, da es sich rein von Ansätzen von Muscheln und anderen Seethieren erhält und weit billiger ist. Dem Muntzmetall sehr ähnlich ist das seit einigen Jahren aufgekommene Aichmetall oder Sterrometall, welches im Wesentlichen mit dem in England angewendeten *yellow metal* zusammenfällt. Sauerwein fand bei der Analyse von Aichmetall

Kupfer	60,2
Zink	38,1
Eisen	1,6
	99,9

Es läßt sich in der Hitze schmieden und ist daher hier und da verwendbar.

Das **Talmigold**, welches sich durch eine schöne hochgelbe, goldähnliche Farbe und durch dauerhaften Metallglanz auszeichnet und namentlich in neuerer Zeit zu Uhrketten verwendet wird, besteht nach **Sauerwein** aus

Kupfer	86,4
Zink	12,2
Zinn	1,1
Eisen	0,3
	100,0

Karmarsch[1]) hat 1859 folgendes Verzeichniß der Zusammensetzung verschiedener Kupfer-Zink-Legirungen gegeben:

Art oder Bestimmung der Bronze	Auf 100 Gewichtsth. Kupfer		
	Zinn	Zink	Blei
1) Glockenbronze:			
Beste Mischung	25—28	—	—
Geringere Mischung	36,6	2,5	—
Englisches Glockengut	12,6	7,0	5,4
Zu Hausglocken	25	—	—
Zu Thurmglocken	28	—	—
Zu den größten Thurmglocken	31,25	—	—
Zu Uhrglocken	33—37	—	—
2) Geschützbronze (Kanonenmetall)	9—12	—	—
Beste Mischung	11	—	—
3) Spiegelmetall	46	—	—
4) Statuenbronze	12	25	—
Desgleichen	5	13,5	—
"	5	12,7	3,7
"	4,8	15,7	—
"	4,7	11,7	—
"	4,5	19	—
"	4,4	23,7	—
"	4	26,7	2,7
"	2,4	17	1,2
"	2,4	13,1	3,6
"	1,8	16,7	0,6
5) Zu Gußgegenständen, welche vergoldet oder gefirnißt werden	5,5	31,5	—
Desgleichen	4,6	49	—
"	4,3	38,6	—
"	4	32	—
"	2,7	31,5	4
6) Zu Blech für vergoldete oder gefirnißte Waaren	3,8	21	—
Desgleichen	3,7	22	1,8
"	2,6	23	2,6

[1]) **Wagners** Jahresbericht 1859 p. 91.

Art oder Bestimmung der Bronze	Auf 100 Gewichtsth. Kupfer		
	Zinn	Zink	Blei
7) Zu Maschinentheilen:			
Axenlager an Locomotiven und Zapfenlager bei Maschinen überhaupt; Lagerfutter für Lenkstangen; Excentricringe u. dgl. m.	22,5	2,5	—
	22	—	28
	19,5	2,5	—
	17	2,5	—
	16,3	—	—
	15	2,4	—
	12,8	12	9,4
	12,5	—	—
	10,5	9,1	—
	10,1	6,4	10,1
	4,5	6,7	—
Dampfkolben an Locomotiven	3,5	10	5,5
	3	10	—
Blasrohrapparate an Locomotiven, auch Zwischenringe um die Heizthüren der Feuerkasten	3	6	1,5

Bronzefarben.

(Zu Seite 312.)

Die Bronzefarben (Metall- oder Staubbronzen), welche gegenwärtig zum Bronziren von Gyps- und Holz-, sowie von Metallgußwaaren, ferner in der Buch- und Steindruckerei, in der Lackirerei, in der Wachsleinwand- und Tapetenfabrikation ausgedehnte Anwendung finden, werden besonders in Nürnberg und Fürth fabricirt. Sie werden aus den Abfällen der Metallschlägerei, aus der sogenannten Schawine dargestellt. Diese Abfälle wurden früher und bis gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts nicht weiter verwendet, sondern unter das Kehricht geworfen, bis endlich ein Maurer in Fürth, Namens Huber, auf den Gedanken kam, diese Abfälle auf einem Reibsteine abzureiben und als Metallpulver zu verkaufen. Ein Fabrikant von Goldpapier, Martin Holzinger, verbesserte das Verfahren Huber's und brachte es endlich dahin, durch geregelte Erhitzung der Bronze mehrere Farben zu geben. So blieb es mehrere Jahre, bis der Metallschläger Conrad Pickel in Fürth in Verbindung mit einem Franzosen ein dem Gold ähnliches Bronzepulver darstellte. Gleichwol war dieses Fabrikat noch wenig gesucht und fast ohne Werth; denn gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts wurde das Pfund Bronzefarbe noch zu 1 fl. verkauft, während das Material dazu, die Schawine, um 15 kr. das Pfund zu haben war. Erst nachdem es gelungen war, die Bronze in allen Farben, mit Ausnahme der hellblauen, darzustellen, kamen die Bronzepulver in Aufnahme und sind jetzt ein wichtiger Handelsartikel. Die Preise der Bronzen stehen, je nach der Feinheit und Farbe, zwischen 2 fl. 42 kr. und 30 fl. das Pfund, während

das Pfund Schawine mit 2 bis 9 fl. bezahlt wird. In Fürth befinden sich gegenwärtig 14 Bronzefarbenfabrikanten; obwol die Fabrikation theilweise mit Benutzung von Dampf- und Pferdekräften betrieben wird, so beläuft sich doch die Zahl der Arbeiter über 100, welche einen jährlichen Arbeitslohn von 15,000 fl. in Anspruch nimmt. Der Verkaufswerth der jährlich producirten Bronzefarben kann auf 250,000 fl. angenommen werden. Die Production in Nürnberg — erwähnenswerth die Firma Birkner und Hartmann — mag etwa die Hälfte von der in Fürth erreichen.

Ch. König hat die deutschen Bronzefarben (zum Theil von Paul Segitz in Fürth dargestellt) analysirt.

a) Blaßgelb, von speisgelber Farbe, enthielt

Kupfer	82,33
Zink	16,69
Eisen	0,16

b) Hochgelb, von schöner Goldfarbe, enthielt

Kupfer	84,5
Zink	15,3
Eisen	0,07

c) Rothgelb, messinggelb mit einem Stich ins Röthliche, enthielt

Kupfer	90,0
Zink	9,6
Eisen	0,20

d) Orange, von der Farbe des angelaufenen blanken Kupfers, enthielt

Kupfer	98,93
Zink	0,73
Eisen	0,08

e) Kupferroth, mit einem Stich in Purpur, enthielt

Kupfer	99,90
Eisen	Spur

f) Violett, von purpur-violetter Farbe, enthielt

Kupfer	98,22
Zink	0,5
Eisen	0,3
Zinn	Spur

g) Grün, hell bläulich grün, enthielt

Kupfer	84,32
Zink	15,02
Eisen	0,03
Zinn	Spur

h) Weiß, zinnweiß bis bleigrau, enthielt

Zinn	96,46
Eisen	0,56
Zink	2,39

Weitere Versuche König's bestätigten, daß die Färbung der Bronzefarben auf der Hervorbringung der Anlauffarben beruhe und daß bei der Fabrikation der verschiedenen Bronzefarben Eine Legirung zu Grunde gelegt werde, welcher man durch Erhitzen die eine oder die andere Farbe ertheile. Zur Erzielung einer gleichmäßigen und niedrigen Temperatur bei der Fabrikation der Bronzen setzt man bekanntlich eine Fettsubstanz zu; König empfiehlt zu diesem Zwecke Wachs und Paraffin und zwar in der Menge von 0,5 Proc.

Englische Kupferbronzen enthielten nach Karmarsch

a) in einer besseren Sorte

Kupfer	83,0
Silber	4,5
Zinn	8,0
Oel	4,5;

b) in einer schlechteren Sorte

Kupfer	64,8
Silber	4,3
Zinn	8,7
Zink	12,9
Oel	3,0

Es dürfte bei Gelegenheit der Bronzefarben am Orte sein, auf die von Wöhler entdeckte Wolframbronze (wolframsaures Wolframoxyd-Natron) aufmerksam zu machen, welche man wol, wenn sie billig genug hergestellt werden kann, zu gewissen Zwecken anstatt der Goldbronze oder auch des Musivgoldes wird anwenden können. Um diese Verbindung herzustellen, erhitzt man nach Wöhler zweifach wolframsaures Natron, durch Auflösen von Wolframsäure in schmelzendem einfach wolframsauren Natron dargestellt, bei Rothglühhitze in trocknem Wasserstoffgase; es wird kupferroth und nach dem Erkalten goldgelb. Nach dem Behandeln der Masse mit Wasser, um unzersetzt gebliebenes wolframsaures Natron zu entfernen, bleibt die Verbindung in prachtvoll goldgelben und goldglänzenden Blättchen und Würfeln zurück, die sich durch große Beständigkeit auszeichnen, da sie, ohne sich zu zersetzen, bis zum Glühen erhitzt werden können und durch Kalilauge, Ammoniak, Salpetersäure, Schwefelsäure, selbst Königs-

wasser nicht angegriffen werden. Nach H. Wright erhält man die fragliche Verbindung viel leichter und vortheilhafter durch die Einwirkung von Zinn auf erhitztes zweifach wolframsaures Natron. Man nimmt hierzu wasserfrei gemachtes zweifach wolframsaures Natron oder auch ein Gemenge von 7 Th. Wolframsäure und 3 Th. wasserfreiem kohlensaurem Natron, welches man in einem Porcellantiegel zusammenschmilzt und in welches man nach und nach so viel Wolframsäure einträgt, als es aufzulösen vermag. In die schmelzende Masse legt man nun Zinn in kleinen Stückchen. Die Bildung der Krystalle an der Oberfläche des schmelzenden Zinns beginnt sofort, man sieht, wie sie wachsen und bald die ganze Masse anfüllen. Zum Gelingen der Operation und zur Erhaltung schöner und großer Krystalle ist es erforderlich, eine nur eben zum Schmelzen des Salzes hinreichende Temperatur anzuwenden und den Proceß nur kurze Zeit dauern zu lassen. Zur Isolirung der entstandenen Krystalle behandelt man die erkaltete Masse abwechselnd mit Kalilauge und mit Salzsäure. Die analoge Kaliverbindung (wolframsaures Wolframoxyd-Kali) erscheint in violetten, kupferglänzenden, dem sublimirten Indig ähnlichen Nadeln. Die londoner Ausstellung des Jahres 1862 brachte die Wolframbronzen als Industrieproduct. —

Bleipräparate.

Bleiweiß.

(Zu Seite 395.)

Das Bleiweiß wird jetzt nicht selten mit Hülfe von fein zertheiltem metallischem Blei hergestellt, welches man nach dem von Rostaing angegebenen Verfahren [1]) im geschmolzenen Zustande mittelst der Centrifugalmaschine zertheilt. Nach Pallu [2]) bringt man fein zertheiltes Blei auf eine schiefe Ebene und befeuchtet es daselbst mit Essigsäure. Nach einer Stunde etwa ist das Blei mit Carbonat und Acetat überzogen. Darauf läßt man über die geneigte Ebene eine Bleizuckerlösung fließen, welche das krystallisirte Acetat auflöst und das Bleiweiß fortführt und letzteres in einem Bottich absetzt. Die darüber stehende klare Flüssigkeit wird über eine zweite Tafel gegossen u. s. f. Zweckmäßiger als das Verfahren von Pallu ist die von Grüneberg angegebene Methode der Bleiweißfabrikation [3]), welches als eine Modification des früher von Wood vorgeschlagenen Verfahrens zu betrachten ist.

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1860 p. 267.

[2]) Wagners Jahresbericht 1859 p. 250.

[3]) Wagners Jahresbericht 1860 p. 268.

Nach dem Verfahren von Wood setzt man granulirtes und befeuchtetes Blei in sechsseitigen, um ihre horizontale Axe rotirenden Cylindern, welche im Mittelpunkt ihrer beiden Böden Oeffnungen zur Circulation der Luft haben, der gleichzeitigen Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit aus. Es bildet sich Bleioxydhydrat, welches von Zeit zu Zeit durch im Boden der Cylinder befindliche Sieböffnungen abgeschlämmt und darauf in einer besonderen Operation mit Kohlensäure gesättigt wird. Das Verfahren scheiterte bei seiner Ausführung im Großen, weil sich während der Oxydation in den Cylindern neben dem Bleioxydhydrat noch Bleisuperoxyd bildete, welches dem später durch Behandeln des Oxyds mit Kohlensäure erzeugten Bleiweiß als Superoxyd beigemengt blieb, da es in Bleiweiß nicht übergeführt werden kann. Es ertheilte dem erzielten Fabrikat einen röthlichen Schein. Daß der röthliche Schein des Bleiweißes von Superoxyd herrührte, wurde durch die chemische Analyse nachgewiesen.

Grüneberg wählte nun für sein neues Bleiweißbereitungsverfahren das Wood'sche Princip als Basis, d. h. er construirte horizontale sechsseitige Cylinder aus säurefestem Thon, in welchen er gekörntes Blei der Rotation und während der Rotation der gleichzeitigen Einwirkung von atmosphärischer Luft, Essigsäure und Kohlensäure aussetzte. Die atmosphärische Luft passirte durch zwei Oeffnungen im Centrum der verticalen Böden der Cylinder; die Essigsäure wie auch die Kohlensäure wurden durch die hohle Axe derselben während der Rotation eingeführt. Zur Beschleunigung der Oxydation sind die inneren Wände der Cylinder mit Längsrippen versehen, welche ein mehreres Wenden und hierdurch eine gesteigerte Einwirkung der Luft auf die bedeutende Bleioberfläche bedingen. Durch diese gleichzeitige Einwirkung der atmosphärischen Luft, der Bleizuckerlösung und der Kohlensäure findet nun in den Cylindern der Proceß statt, der auch bei der Bildung des Bleiweißes nach der holländischen Methode vor sich geht, mit der Ausnahme, daß derselbe in den rotirenden Cylindern unter den günstigsten Bedingungen seinen Verlauf nimmt und deshalb bedeutend beschleunigt wird. Es wird den corrodirenden Stoffen, der Luft, der Bleizuckerlösung und der die letztere stets wirksam erhaltenden Kohlensäure, eine möglichst große, sich stets erneuernde Bleioberfläche dargeboten, und, da der Bleiweißbildungsproceß nur an der Oberfläche des Bleies vor sich geht, ein außergewöhnlich günstiges Resultat erhalten. Ein gegebenes Gewicht Blei, welches nach der holländischen Methode 8 Wochen erfordert, um in Bleiweiß verwandelt zu werden, erfordert nach der neuen Methode zur vollständigen Umwandlung nur 8 Tage.

Die fortdauernde Bewegung der oxydirenden Masse, das dadurch be-

dingte Reiben der Bleikörner an einander, sowie die sich potenzirende chemische Action bringt die zur Beschleunigung des chemischen Processes erforderliche Wärme hervor und macht jede Krystallbildung des erzeugten Bleiweißes unmöglich. Das von Zeit zu Zeit aus den Cylindern mit dünner Bleizuckerlösung herausgespülte Bleiweiß wird von so großer Feinheit gewonnen, daß ein nachheriges Mahlen und Schlämmen vollständig überflüssig ist. Durch Hinzufügung der Bewegung zum chemischen Proceß der Bleiweißbildung wird so durch einen einzigen Proceß in jedem Zeittheilchen ein Fabrikat gebildet, welches nur noch ausgewaschen und getrocknet zu werden braucht, um fertig zu sein. Die Bildung von Bleisuperoxyd bei diesem Verfahren ist vollständig umgangen, weil das gebildete Bleioxydhydrat im status nascens von der vorhandenen Bleizuckerlösung aufgenommen und durch die gleichzeitig vorhandene Kohlensäure sofort als Bleiweiß ausgeschieden wird, also nicht Zeit hat, noch Sauerstoff aufzunehmen.

So einfach und zweckentsprechend nun dies Verfahren auch erscheinen mag, so ist dasselbe doch in der Ausführung mit manchen Schwierigkeiten verknüpft, und es kommt auf eine sorgsame Leitung des Oxydationsprocesses an. Hauptsächlich muß Luft- und Kohlensäurezufluß während des Processes in gewissem geregelten Verhältniß stattfinden. Ein Ueberschuß von Kohlensäure erzeugt das nicht gewünschte neutrale kohlensaure Bleioxyd (PbO, CO_2); die Flüssigkeit in den Cylindern beginnt zu schäumen, und dieser Schaum hüllt die rotirenden Bleikörnchen der Art ein, daß sie der Einwirkung der Luft keine Oberfläche darbieten; der Oxydationsproceß stockt und die Ausbeute bleibt eine geringe. Es muß die Verbindung $2(PbO, CO_2) + PbO, HO$ erzielt werden und zu diesem Behufe müssen die Cylinder stets in einem basischen Zustande erhalten werden. Man erkennt denselben leicht durch Prüfen des Inhalts mit Curcumapapier, welches gebräunt werden muß. Bei dieser Beschaffenheit läuft die gebildete Bleiweißmilch leicht von den Bleikörnern ab und legt hierdurch die Oberfläche derselben der Einwirkung der Luft frei, die Oxydation wird ungestört erhalten.

Es darf nie so viel Kohlensäure hinzutreten, daß das gebildete basisch-essigsaure Bleioxyd vollständig zerlegt würde, aber doch so viel, daß stets ein dem Oxydationsproceß entsprechendes Quantum Bleiweiß abgeschieden wird. Es ist nun nicht möglich, hierin eine genaue Grenze zu halten, doch ist es anzurathen, stets einen gewissen Ueberschuß von Bleioxydhydrat anzustreben, welcher nach dem Aussüßen des basisch-essigsauren Bleioxyds leicht durch seine Reaction auf Curcumapapier zu entdecken ist. Dieser Ueberschuß von Bleioxydhydrat darf indeß nicht im Bleiweiß verbleiben, denn derselbe hat die eigenthümliche Eigenschaft, einen mit solchem Bleiweiß dargestellten Oel-

anstrich nach einigen Stunden gelb zu färben. Es bildet sich aus jenem PbO, HO mit den Fettsäuren des Leinöls eine Bleiseife, welche jenen mißfarbigen Ton hat und nur durch längere Einwirkung des Sonnenlichts und der Kohlensäure der Luft zerlegt, d. h. in kohlensaures Bleioxyd und sich abscheidende Fettsäuren verwandelt wird; hierdurch erhält dann freilich ein solcher Oelanstrich auch seine frühere Weiße wieder. Außerdem besitzt ein solches Bleiweiß, welches einen Ueberschuß von PbO, HO enthält, eine bedeutende specifische Schwere; es nähert sich, wie die Analyse ergab, der Zusammensetzung $3(PbO, CO_2) + 2(PbO, HO)$. Um diesen Ueberschuß von Bleioxydhydrat wieder auszugleichen, behandelt Grüneberg den erhaltenen Bleiweißschlamm mit Kohlensäure oder mit Essigsäure so lange, bis derselbe Curcumapapier nicht mehr bräunt; dann hat das Bleiweiß die Zusammensetzung $2(PbO, CO_2) + (PbO, HO)$, eine feste Verbindung, welche keine basischen Eigenschaften mehr zeigt.

Allerdings läßt sich diese Operation nicht in den Cylindern selbst vornehmen, sondern man spült stets das nach Verlauf einiger Stunden erzeugte Bleiweiß mit dünner Bleizuckerlösung von dem gekörnten Blei ab und behandelt die erhaltene Bleiweißmilch im besonderen Bottich, wie angegeben, mit dünner Essigsäure oder mit einem Kohlensäurestrom. Der auf die eine oder andere Weise neutralisirte Bleiweißschlamm wird auf hohe Fässer gebracht und die Bleizuckerlösung durch Absetzen von dem festeren Schlamm getrennt, um aufs Neue bei dem Oxydationsprocesse verwendet zu werden. Der Niederschlag wird mit vielem Wasser ausgewaschen und schließlich in einer Centrifugalmaschine von der größten Menge des eingeschlossenen Wassers befreit. Zu dieser Operation ließ sich eine Centrifuge gewöhnlicher Construction mit durchbrochenen Wänden nicht gebrauchen, da das Bleiweiß sich bald als zäher Teig an die das Innere der Trommel auskleidende Leinwand anlegte und ein weiteres Durchdringen der Flüssigkeit nicht gestattete. Man versuchte deshalb, Wasser und Bleiweiß durch den Unterschied ihrer specifischen Schwere zu trennen, sich stützend auf das Gesetz, daß die Centrifugalkraft der Körper proportional ihrer zunehmenden specifischen Schwere steigt. Er construirte eine Trommel ohne Oeffnungen in der Seitenwand und setzte in dieser eine Quantität Bleiweiß der Rotation aus. Es zeigte sich indeß bald, daß die Bleiweißmilch in der Trommel der der Trommel ertheilten Geschwindigkeit nicht sogleich zu folgen im Stande war; die trägere Flüssigkeit folgte der von außen bewegten Trommel nicht gleichmäßig und das einmal abgesetzte Bleiweiß spülte sich hierdurch bald wieder ab. Diesen Uebelstand beseitigte man durch Fächer, welche in der Richtung des Radius auf die Seitenwände der Trommel eingesetzt wurden. Diese Fächer nahmen die Flüssigkeit ohne Wei-

teres mit, und nun geschah die Trennung vollständig in einem Zeitraum von 10 Minuten. Das specifisch schwerere Bleiweiß befand sich als fester Teig an den Wänden der Trommel, während das vorher darin enthaltene Wasser als klare Flüssigkeit über demselben stand und nach dem Anhalten des Apparats vom Boden desselben abgelassen werden konnte. Der erhaltene Bleiweißteig wurde in Töpfe gefüllt und erst an freier Luft, dann in einer Trockenkammer getrocknet.

Das nach dieser Methode dargestellte Bleiweiß ist in feuchtem Zustande bis zu dem Momente, wo es verpackt wird; es ist also die schädliche Einwirkung des Bleiweißstaubes auf die Gesundheit der Arbeiter vollständig vermieden. Fast die ganze Arbeit wird von Maschinen verrichtet. Unter dem Mikroskop betrachtet, zeigt das Bleiweiß nicht die eckigen, von einer früheren Krystallisation herrührenden, theilweise durchscheinenden Stückchen, sondern äußerst feine kleine Kügelchen, welche kaum die Hälfte der des gewöhnlichen holländischen Bleiweißes an Größe erreichen. Dieselben sind vollständig undurchsichtig und in diesen beiden Eigenschaften ist die ungewöhnliche Deckkraft dieses Fabrikats begründet. Die feine Vertheilung erlaubt, große Flächen mit einem geringen Gewicht der Substanz zu überdecken. Die Undurchsichtigkeit der einzelnen Partikelchen verhindert das Durchscheinen des Untergrundes. Das Fabrikat entspricht allen Anforderungen des Gebrauchs.

Die Analyse des nach Grüneberg's Methode dargestellten Bleiweißes ergab:

PbO	86,34
CO_2	11,34
HO	2,32
	100,00

Da die der Formel $2(PbO, CO_2) + PbO, HO$ entsprechende Zusammensetzung berechnet:

PbO	86,37
CO_2	11,32
HO	2,31
	100,00

ergeben würde, so ist aus dieser Analyse ersichtlich, daß das nach Grüneberg's Methode dargestellte Bleiweiß noch einen Gehalt von 0,12 Proc. an neutralem kohlensauren Bleioxyd enthielt.

Nach dem Benson'schen, von Wöllner modificirten Verfahren füllt man fein gemahlene Glätte in lange horizontale Cylinder aus Holz,

welche um ihre horizontale hohle Axe langsam rotiren. Die Glätte wird mit Wasser zu einem dünnen Brei gemengt und ein Zusatz von 1 Proc. Bleizucker gegeben. Während der Rotation strömt durch die hohle Axe dauernd Kohlensäure in die Cylinder, welche aus Kokes entwickelt wird. Um die Kohlensäure möglichst vollständig zu absorbiren, hängt man eine Anzahl Cylinder an einander, welche mit einander derart in Verbindung stehen, daß die in dem ersten Cylinder nicht absorbirte Kohlensäure in den zweiten Cylinder tritt, aus diesem in den folgenden und so fort, bis aus dem in dem Kokesofen erzeugten Gasgemenge fast sämmtliche Kohlensäure aufgenommen ist. Das während dieser Operation verdunstende Wasser wird von Zeit zu Zeit durch neues ersetzt, so daß die Masse stets in halbflüssigem Zustande ist. Nach einigen Tagen ist sämmtliche Glätte in Bleiweiß verwandelt. Das erhaltene Product wird zwischen Mühlsteinen gemahlen, abgepreßt und getrocknet. Dies Verfahren hat Grüneberg dahin modificirt, daß er der Glätte in den Cylindern einen Zusatz von 50 Proc. gekörnten Bleies gab, welches er mit rotiren ließ. Das gekörnte Blei verwandelte nicht allein das gebildete Bleiweiß in das feinste Pulver, sondern es erzeugte auch durch seine chemische Action, indem es sich oxydirte und so mit zur Bleiweißbildung beitrug, eine dem ganzen Proceß sehr förderliche Wärme, so daß die Umwandlung der Glätte in Bleiweiß in der Hälfte der sonst gebrauchten Zeit vor sich ging. Ein späteres Mahlen des Bleiweißes war nicht nöthig, sondern das Bleiweiß wurde durch diese Aenderung des Verfahrens von einer viel größeren Feinheit erhalten, als dies bisher durch Mahlen zwischen Mühlen möglich gewesen war. Die Deckkraft des Bleiweißes war durch die außerordentliche Feinheit desselben um ein Bedeutendes erhöht worden. Es erwies sich jedoch für dies neue Verfahren, wie dies auch sicherlich bei dem von Benson befolgten Verfahren der Fall ist, die im Handel befindliche Glätte, welche Kupfer- und Eisenoxyd enthält, nicht als ausreichend rein; zumal ertheilt das darin enthaltene Kupferoxyd dem Bleiweiß-Oelanstrich die Eigenschaft, bald gelb zu werden, eine Eigenschaft, welche Grüneberg nur aus der bekannten Reduction des Kupferoxyds durch das dem Oelanstrich hinzugesetzte Terpentinöl erklären konnte.

Um ein brauchbares Fabrikat herzustellen, mußte der Glätte vor der Verarbeitung das Kupfer entzogen werden; dies geschieht am besten durch Digestion der fein gepulverten Glätte mit einer Lösung von kohlensaurem Ammoniak.

Mennige.

(Zu Seite 414.)

Die Mennige wird hauptsächlich in England und in der Gegend von Villach dargestellt. Das zu ihrer Fabrikation dienende Blei wird entweder in kohlensaures Bleioxyd oder in Bleiglätte übergeführt; beide eignen sich gleich gut dazu, müssen aber vor der Verwendung erst naß zu dem feinsten Pulver gemahlen werden, welches nach dem Trocknen nochmals sehr fein pulverisirt wird, eine Arbeit, die durch Mühlen und Maschinen auf eine Art verrichtet wird, daß der Staub beim trocknen Sieben sich nicht weit verbreiten und so der Gesundheit der Umgebung nachtheilig werden kann. Die gemahlenen Materialien werden in blecheiserne Kästen gefüllt, und in eine Art Flammenöfen geschafft, welche zum dunklen Rothglühen erhitzt sind, und etwa 12 Stunden gleichmäßig auf dieser Temperatur erhalten werden, während welcher Zeit ein guter Luftzutritt besteht. Alsdann werden die Kasten aus dem Ofen gezogen, wo das darin befindliche Material eine mehr oder weniger rothe oder rothbraune Farbe angenommen hat. Dieses Product wird nun wiederholt durch Rollsteine zerdrückt und derselben Operation drei- bis viermal wiederholt ausgesetzt, bis die Farbe gleichartig und feurig genug ist.

In den Villacher Mennigeöfen, die eine andere Einrichtung besitzen, kommt die gemahlene Glätte nicht in eisernen Kästen in den heißen Ofen, sondern sie wird auf dem eisernen Herde, einer Art Flammenofen, der Glühhitze ausgesetzt. Es ist dies ein Ofen, der einen zweiten steinernen mit einer Eisenplatte bedeckten Herd hat, der überwölbt ist und einige Arbeitsthüren besitzt zum Eintragen, Umrühren und Ausziehen der Glätte. Unter dem Herde befindet sich der Feuerraum, und blos die Stichflamme des Holzfeuers geht auf beiden Seiten des Herdes unter dem Feuerraume hervor, von da durch den Fuchs im Gewölbe über einen zweiten Herd auf diesem Gewölbe, der wieder überwölbt ist, und von da in einen Schornstein von beträchtlicher Höhe. Der obere Herd hat eben solche Arbeitsöffnungen, wie der untere, das Feuer tritt an einer Seite vom untern Herde ein, und an der anderen in den Schornstein. Beide Herde communiciren endlich noch durch ein in der Mitte des oberen befindliches Loch, durch welches es möglich ist, den Inhalt vom oberen Herde auf den unteren fallen zu lassen. Diese Oeffnung kann durch eine Eisenplatte zugeschoben werden.

Beide Herde werden mit Glätte beschickt, und diese wird bei schwacher Rothglühhitze im unteren Ofen so lange unter häufigem Umrühren mit eisernen Haken erhitzt, bis dieselbe eine hinreichend hohe rothe Farbe ange-

nommen hat. Dann wird die erzeugte Mennige aus dem unteren Ofen geschafft, die Glätte vom obern Herde auf den unteren Herd geworfen, auf den oberen Herd wieder frische Glätte gebracht, und so weiter fortgefahren. Ein helles Feuer im Ofen ohne Rauch, nicht zu hohe Temperatur beschleunigt bei reichlichem Zutritt der Luft die Mennigebildung, die dadurch vor sich geht, daß die vorhandene Glätte oder das bei Anwendung von Bleiweiß nach Entweichung der Kohlensäure zurückbleibende Bleioxyd noch mehr Sauerstoff aufnimmt und in eine Verbindung von Bleioxyd mit Bleisuperoxyd, in die Mennige übergeht.

Im Kleinen läßt sich die Mennige ohne Schwierigkeit eben so schön herstellen, wie im Großen, wenn man auf einer dünnen Eisenplatte fein gemahlenes Bleiweiß ausbreitet, und die Eisenplatte längere Zeit im dunkeln Glühen erhält, wobei man das Bleiweiß oft umrühren muß. Auf der heißesten eisernen Oberplatte der gewöhnlichen gußeisernen Circuliröfen, wie sie oft zum Heizen der Trockenstuben in Farbenfabriken angewendet werden, auf dieselbe Art ausgebreitet, entsteht bei mäßigem Feuer aus dem Bleiweiße Mennige von ziemlich schöner Farbe, wobei man deren Bildung und Entstehungsweise recht gut wahrnehmen kann. Aus dem Bleiweiße entsteht erst gelbes Bleioxyd, das Massicot, das früher auch als gelbe Farbe angewendet wurde; dann wird das Pulver bräunlich und zuletzt roth. In der Hitze sieht jedoch die Farbe immer dunkler und bräunlicher aus, als nach dem Erkalten. (Die Darstellung von Mennige auf der Hütte in Shrewsbury ist kürzlich von Moissenet[1]) beschrieben worden.) Ein neues Verfahren der Mennigebereitung von C. L. Burton beruht auf der Einwirkung der Hitze auf ein Gemenge von Bleiglätte (oder schwefelsaurem Bleioxyd), Natronsalpeter und Soda. Wendet man z. B. an

1	Aeq.	schwefelsaures Bleioxyd	= 1,894
1	„	Soda	= 0,665
1/6	„	Natronsalpeter	= 0,143

so erhält man nach dem Erhitzen

Mennige	= 1,427
schwefelsaures Natron	= 0,800
salpetrigsaures Natron	= 0,113

Die Salze werden durch Auslaugen entfernt.

Die Mennige löst sich in schwachen Säuren nicht auf; aber stärkere Säuren, wie die Salpetersäure, und solche, die das Bleisuperoxyd nicht zer-

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1863.

setzen, lösen aus ihr das Bleioxyd auf dieselbe Art, wie sie Bleiglätte lösen, aber sie lassen das Bleisuperoxyd als ein braunes Pulver zurück. Die Wasserstoffsäuren zersetzen sie vollständig; Salzsäure bildet damit Chlorblei, wie mit Silberglätte, nur leichter, und entwickelt dabei Chlor, das bei Anwendung der Salzsäure in sehr verdünntem Zustande in der wässerigen Flüssigkeit absorbirt bleibt, worauf die Darstellung einer bleichenden Flüssigkeit beruht. Durch starkes Erhitzen geht die Mennige wieder in Bleioxyd über, wobei sie den Sauerstoff abgiebt, den sie bei der Mennigebildung aufgenommen hatte. Durch Schwefelwasserstoff haltige Gase wird die Mennige sehr rasch geschwärzt. Sie läßt sich nicht mit Farben mischen, welche sauer sind oder Schwefel lose gebunden enthalten. Sie dient als Wasser- und Oelfarbe, und ist in beiden Fällen von großer Deckkraft; beim Anreiben mit Oel nimmt sie nur wenig davon auf, um die gewöhnliche Abreibeconsistenz zu erlangen, ungefähr so viel, wie das Bleiweiß; ihr Anstrich trocknet daher sehr rasch; der Brei dient auch in manchen Fällen als gut trocknender Kitt, namentlich zum Verstreichen von Fugen von Kesseldeckeln ꝛc., welche nachher zusammengeschroben werden. In Oel abgeriebene Mennige kann nicht ohne Nachtheil, eben wegen dieses schnellen Trocknens, verwahrt werden. Neuere Beobachtungen haben dargethan, daß die mit Menniganstrich überzogenen Eisentheile der Schiffe von dem Meerwasser zerstört werden.

Bleisuperoxyd.

(Zu Seite 417.)

Häufig findet man die Ansicht ausgesprochen, daß bei Behandlung von Bleiweiß mit einer Auflösung von Chlorkalk in der Wärme kein von Chlorblei freies Bleisuperoxyd gewonnen werden könne. Wenn man indeß ein frisch bereitetes, noch feuchtes kohlensaures Bleioxyd einige Male hintereinander mit oftmals erneuerter Chlorkalklösung in der Siedhitze behandelt, und zuletzt das auf diese Weise resultirende Superoxyd wiederholt mit heißem Wasser aussüßt, so erhält man dasselbe völlig frei von Chlorblei. Ja selbst frisch gefälltes Chlorblei läßt sich mit Leichtigkeit bei seiner Behandlung mit Chlorkalklösung in der Siedhitze vollständig zersetzen und in Bleisuperoxyd überführen. Kocht man nämlich frisch gefälltes (durch Zerlegung einer Auflösung von Bleinitrat mittelst Kochsalzsolution bereitetes) Chlorblei zu wiederholten Malen mit einer klaren, filtrirten Chlorkalklösung, so sieht man in kurzer Zeit ein körnig krystallinisches Bleisuperoxyd resultiren, daß, gehörig mit heißem Wasser ausgesüßt, sich als vollkommen rein erweist. Wenn es sonach erwiesen ist, daß Chlorblei durch die Behandlung einer

Auflösung von Chlorkalk in der Siedhitze gänzlich in Bleisuperoxyd übergeführt werden kann, so erscheint auch die Annahme, es könne ein mittelst kohlensauren Bleioxyds und Chlorkalklösung bereitetes Superoxyd nie frei von Chlorblei erzielt werden, keineswegs als gerechtfertigt. Da indeß auch bei dieser letzteren Darstellungsweise des Bleisuperoxyds ein längeres Aussüßen des Präparates mittelst heißen Wassers eine eben so nothwendige Bedingung ist, wie erfahrungsgemäß bei seiner Gewinnung aus Mennige und Salpetersäure, so war es wichtig, einen einfacheren Weg zur Bereitung dieses besonders in der neueren Zeit zu technischen Zwecken vielfach in Anwendung kommenden Körpers zu ermitteln. Es gelingt dieß nach R. Böttger auf folgende Weise: Man überschütte aufs feinste zerriebenes neutrales essigsaures Bleioxyd in einer geräumigen Porcellanschale mit einem Ueberschuß von filtrirter, vollkommen wasserklarer Chlorkalklösung, erhitze das Gemisch unter Umrühren bis zum heftigsten Sieden, und fahre mit dieser Erhitzung so lange fort, bis die aufsteigenden Dämpfe nicht mehr nach Chlor, sondern nach Essigsäure riechen. Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, dann pflegt auch das Bleiacetat schon vollständig in Bleisuperoxyd übergegangen zu sein. Man überzeugt sich hiervon sehr leicht, wenn man zu einer kleinen abfiltrirten Probe der Flüssigkeit (die bei vollständig erfolgter Zersetzung lediglich nur aus essigsaurem Kalk und Chlorcalcium besteht) einige Tropfen Schwefelwasserstoffwasser setzt; tritt dabei eine Bräunung oder gar eine Fällung von schwarzem Schwefelblei ein, so wäre dies ein Zeichen, daß man dem Inhalte der Porcellanschale noch Chlorkalklösung hinzuzufügen, und mit dem Erhitzen des Ganzen einige Zeit lang fortzufahren hätte. Ist dann der Zeitpunkt eingetreten, bei welchem eine abfiltrirte Probe der Flüssigkeit nicht mehr von Schwefelwasserstoffwasser getrübt wird, so überläßt man die Schale eine kurze Zeit hindurch der Ruhe, schüttet die über dem schön braun gefärbten Superoxyd stehende Flüssigkeit vorsichtig ab, bringt das Oxyd auf ein doppelt zusammengelegtes Papierfilter und süßt es hier so lange mit destillirtem Wasser aus, bis das Ablaufende bei Zusatz einiger Tropfen einer Lösung von oxalsaurem Ammoniak keine Kalkreaction mehr zu erkennen giebt. Man erhält, wie man sieht, auf diese Weise den ganzen Bleigehalt des essigsauren Salzes in der Gestalt von Superoxyd; und zwar von einer Reinheit, wie dasselbe wol schwerlich auf einem anderen Wege mit so geringen Kosten und Umständen zu erzielen sein dürfte. — Die sogenannte oxydirte Mennige, wie sie gegenwärtig in den Zündholzfabriken angewendet wird, ist ein Gemisch von Bleisuperoxyd, salpetersaurem Bleioxyd und Mennige, das durch Behandeln von Mennige mit Salpetersäure und Abdampfen der Mischung bis zur Trockne erhalten wird.

Schwefelsaures Bleioxyd. Das schwefelsaure Bleioxyd, das in so großer Menge in den Zeugdruckereien und Färbereien als lästiges Nebenproduct sich erzeugt, zu verwerthen, ist seit länger als zwanzig Jahren das Bestreben der technischen Chemiker gewesen. Die Resultate der bezüglichen Arbeiten seien in Folgendem mitgetheilt:

Nach A. Bleyer (1840) soll man das schwefelsaure Bleioxyd mit Wasser und Gußeisenfeilspänen zusammenbringen und das Gemisch einige Zeit bis auf 75—80° C. erhitzen. Es entsteht metallisches Blei und Eisenvitriol. L. Keßler (1849) zersetzt das schwefelsaure Bleioxyd durch ammoniakalisches Gaswasser, das vorher entschwefelt worden ist. Es bilden sich kohlensaures Bleioxyd und schwefelsaures Ammoniak. Bolley reducirt das schwefelsaure Bleioxyd zu Bleischwamm, indem er auf eine Zinkplatte einen Brei aus dem Bleisalze und Wasser aufträgt, denselben mit einer Zinkplatte bedeckt und in eine Kochsalzlösung taucht. Schnedermann empfiehlt das schwefelsaure Bleioxyd lufttrocken mit Kreide, Kohle und Flußspath in einem Ofen zu verschmelzen und somit auf metallisches Blei zu verarbeiten. Nach Völckel soll man das schwefelsaure Bleioxyd am besten zu Gute machen, wenn man es in Flammenöfen mit Holzkohle auf metallisches Blei verkittet. H. A. Köchlin hat gefunden, daß Chlorblei sich leichter reduciren läßt als schwefelsaures Bleioxyd und daß letzteres durch Salzsäure und lösliche Chlormetalle leicht in Chlorblei verwandelt werden kann. Die Zersetzung des schwefelsauren Bleioxydes durch Salzsäure geht schon leicht in der Kälte vor sich, wenn man nur die Masse von Zeit zu Zeit umrührt[1]), damit alle Theile des Bleisalzes mit der Säure in Berührung kommen. Das Chlorblei, welches in Wasser sehr wenig löslich ist, wird durch Decantiren und darauf folgendes Waschen mit Wasser von der schwefelsäurehaltigen Flüssigkeit befreit. Es kann sodann entweder auf nassem oder auf trocknem Wege reducirt werden. Auf nassem Wege kann man es reduciren, indem man es (wie Bolley will) mit Zink (am besten Zinkblech) und Wasser zusammenbringt, wobei Chlorzink und metallisches Blei entsteht. Letzteres wird entweder gepreßt, getrocknet, geschmolzen und als metallisches Blei verwerthet oder durch Erhitzen auf eisernen Platten an der Luft in Glätte verwandelt. Auf trocknem Wege kann die Reduction bewirkt werden, indem man das Chlorblei in einem Tiegel zum Schmelzen erhitzt und nach und nach Zink hinzufügt, wobei jedesmal eine heftige Reaction eintritt und das Blei reducirt wird. In dem einen wie in dem anderen Falle würde man Chlorzink

---

[1]) Darauf beruht ja die Bd. II p. 244 beschriebene Methode der Schwefelsäuredarstellung.

als Nebenproduct erhalten, welches man in irgend einer Weise zu verwerthen suchen müßte.

Das schwefelsaure Bleioxyd wird auch durch Kochsalz und andere lösliche Chlormetalle zersetzt, dazu ist aber gewöhnlich eine Erwärmung nöthig. Wenn man diese Reaction anwenden will, so mischt man das schwefelsaure Bleioxyd mit etwas mehr als 1 Aeq. des Chlormetalls, z. B. des Kochsalzes, und so viel Wasser, daß das entstehende schwefelsaure Salz sich darin auflösen kann. Um die Zersetzung zu befördern, fügt man der Mischung außerdem ein wenig Schwefelsäure hinzu und erhitzt sie dann bis 65° oder darüber. Wenn die Zersetzung beendet ist, läßt man erkalten, damit das etwa aufgelöste Chlorblei sich ausscheidet, decantirt sodann die Lösung des entstandenen Glaubersalzes oder sonstigen schwefelsauren Salzes und läßt dasselbe krystallisiren. Das Chlorblei kann nach einer der vorstehend angegebenen Methoden reducirt werden.

Man kann das schwefelsaure Bleioxyd auch mit Kochsalz und Zink zugleich zusammenbringen und so in einer Operation metallisches Blei gewinnen, indem andererseits Glaubersalz und Chlorzink entstehen. Diese Reaction erfolgt schon in der Kälte, wenn nur hinreichend Wasser vorhanden ist, um das Glaubersalz aufgelöst zu erhalten, und die Masse von Zeit zu Zeit umgerührt wird.

Man kann das Chlorblei auch (wie oben schon Bleyer vorschlägt) durch Eisenfeile reduciren und dies dürfte vortheilhafter sein als die Reduction durch Zink. Das Chlorblei wird durch Eisen (Gußeisen) schon in der Kälte, und, wenn dasselbe nur hinreichend fein zertheilt ist, eben so schnell als durch Zink auf nassem Wege reducirt.

Köchlin glaubt, daß namentlich folgendes Verfahren der Umwandlung des schwefelsauren Bleioxyds in Chlorblei mit Vortheil anwendbar sei. Man behandelt das schwefelsaure Bleioxyd in einem mit Bleiplatten ausgekleideten, verschlossenen und mit einem Rührapparat versehenen Behälter mit Salzsäuregas, welches aus Kochsalz mit Schwefelsäure entwickelt und durch eine Röhre zugeleitet wird. Das schwefelsaure Bleioxyd wird in diesem Behälter zunächst mit dem Waschwasser der vorhergegangenen Portion angerührt, so daß die in diesem Waschwasser enthaltene Schwefelsäure nicht verloren geht, und sodann das Salzsäuregas in den Behälter eingeleitet, worauf Chlorblei und Schwefelsäure entstehen. Letztere wird, nachdem sie von dem Chlorblei getrennt ist, benutzt, um aus einer neuen Quantität Kochsalz die zur Behandlung einer anderen Portion schwefelsauren Bleioxyds erforderliche Menge Salzsäuregas zu entwickeln. Sie wird bei diesem Verfahren so concentrirt erhalten, daß sie ohne Weiteres dazu verwendet werden kann. Das

Chlorblei soll nach Köchlin am besten durch Reduction auf trocknem Wege mittelst Zink zu behandeln sein.

Um das Blei aus dem schwefelsauren Bleioxyd auf nassem Wege zu reduciren, dürfte es nach Köchlin am vortheilhaftesten sein, dasselbe durch Eisenchlorür in Chlorblei zu verwandeln und aus diesem sodann durch Gußeisenspäne das Blei abzuscheiden. Man erhält dabei in der Flüssigkeit Eisenchlorür und schwefelsaures Eisenoxydul. Letzteres läßt man auskrystallisiren und die Mutterlauge, welche das Eisenchlorür enthält, wird jedesmal wieder zur Behandlung einer neuen Portion schwefelsauren Bleioxyds verwendet.

Zur Verwerthung des schwefelsauren Bleioxydes schlägt Krafft vor, es in essigsaures Bleioxyd überzuführen. Zu diesem Behufe behandelt er 100 Th. schwefelsaures Bleioxyd mit 89 Theilen essigsauren Baryts und der kleinsten Menge Wasser. Nach kurzem Sieden ist die Reaction beendigt. Man läßt den schwefelsauren Baryt sich absetzen und gießt die darüber stehende Lösung von Bleizucker ab, die man abdampft und wie bekannt behandelt. Die Reaction geht auch in der Kälte vor sich, nur minder rasch. Wenn es sich nicht um die Darstellung von vollkommen reinem essigsauren Bleioxyd handelt, kann man den essigsauren Baryt durch essigsauren Kalk ersetzen. 100 Theile schwefelsaures Bleioxyd brauchen zu ihrer vollständigen Zersetzung 52 Theile essigsauren Kalk.

M. Davy und Ed. Becquerel versuchen das schwefelsaure Bleioxyd anstatt der Salpetersäure, in den galvanischen Batterien anzuwenden. Bisher hat man fast allgemein angenommen, daß die zur Oxydation des entwickelten Wasserstoffs in den galvanischen Batterien bestimmte Substanz in Wasser löslich sein müsse. Diese Annahme ist aber nicht richtig, man kann auch unlösliche Stoffe dazu anwenden, und dies ist vielleicht insofern vortheilhaft, als man dann die porösen Zellen, welche, abgesehen von anderen Uebelständen, immer einen großen Leitungswiderstand hervorbringen, entbehren kann. Davy empfiehlt das schwefelsaure Bleioxyd und das Chlorblei als hierzu geeignete Stoffe. Man wäscht den Bleivitriol mit Wasser, damit nicht etwa Bleizucker darin bleibt, was einen flockigen Absatz von Blei auf dem Zink veranlassen würde. Das schwefelsaure Bleioxyd wird natürlich durch den Strom in der Art zersetzt, daß die Schwefelsäure zum Zink geht und der Wasserstoff sich mit dem Sauerstoff des Bleioxyds verbindet, das Blei also reducirt wird. Mit einem Aufwand von 33 Kilogr. Zink zu 25 Fr. würden 144 Kilogr. schwefelsaures Bleioxyd reducirt und daraus 104 Kilogr. Blei im Werthe von 65 Fr. gewonnen werden. Der Ueberschuß von 40 Fr. würde dazu dienen, die Kosten des Ankaufs des Bleisalzes und die unvermeidlichen Verluste größtentheils zu

decken. Eine solche Batterie würde daher nur geringe Kosten veranlassen; ihre elektromotorische Kraft ist kaum geringer als die einer Daniell'schen Batterie und dabei ist der Leitungswiderstand sehr gering. Davy hat eine solche Batterie mit gutem Erfolge zum Telegraphendienst angewendet, auch mit zwei großen Elementen derselben einen Ruhmkorff'schen Inductionsapparat in Bewegung gesetzt. Im letzteren Fall war die Wirkung nicht ganz befriedigend, weil das Bleisalz den Wasserstoff nicht schnell genug absorbirt. Geschmolzenes Chlorblei zeigt diesen Uebelstand nicht, weil es ein besserer Leiter ist, und würde zur Verwendung in den galvanischen Batterien namentlich für starke Ströme sehr geeignet sein, da es leicht zu handhaben ist und jedes Stückchen dieses Salzes ein ähnliches Stück metallisches Blei von krystallinischer Structur zurückläßt. Die von Davy benutzten Batterien haben die Form von Säulen und sind aus Schüsseln von verzinntem Eisenblech gebildet. Der Boden dieser Schüsseln ist inwendig mit einer Zinkscheibe gleicher Größe belegt. Jede derselben ist mit einer einige Millimeter dicken Schicht von schwefelsaurem Bleioxyd versehen und mit reinem oder salzhaltigem Wasser gefüllt. Die so vorgerichteten Schüsseln sind zu einer Säule über einander gestellt, indem man das Zink des einen Elements immer in das Wasser des nächst niedrigen Elements tauchen läßt. 40 so angeordnete Elemente bilden eine Säule von höchstens 1 Meter Höhe. Das Chlorblei wird in gleicher Weise angewendet, man gießt es aber zweckmäßig vorher zu dünnen Platten, die man nachher in Stücke zerbricht, weil man dann die Elemente leichter beschicken und entleeren kann.

Ed. Becquerel theilt über die Verwendung des schwefelsauren Bleioxyds in galvanischen Batterien Folgendes mit: Das schwefelsaure Bleioxyd hat die Eigenschaft, wenn man es mit einer gesättigten Kochsalzlösung zu einem Teig angerührt hat, zu erhärten und eine feste Masse zu bilden. Man kann diese Masse zu Cylindern formen, indem man einen Draht von Kupfer, Blei oder verzinntem Eisen oder selbst ein entsprechend gestaltetes Stück Gaskohle in der Axe desselben anbringt. Diese Cylinder werden, nachdem sie getrocknet sind, von der leitenden Flüssigkeit, in welche man sie taucht, durchdrungen und bilden mit dieser Flüssigkeit und einem Stück Zink ein constantes Element. Man kann die Masse auch zu Platten formen, und, indem man diese Platten am Boden eines Gefäßes auf eine Unterlage von Kupfer, Blei oder Weißblech legt, eine Zinkplatte darüber anbringt und in das Gefäß Kochsalzlösung oder angesäuertes Wasser gießt, ebenfalls ein constantes Element mit einer Flüssigkeit und ohne poröse Scheidewand herstellen. Meist dürfte aber die cylindrische Form und die Anwendung einer Scheidewand aus gewebtem Zeug oder aus Porcellanmasse von etwas

größeren Dimensionen als die Cylinder vorzuziehen sein. Verschiedene Sorten von schwefelsaurem Bleioxyd verhalten sich nicht ganz gleich, wahrscheinlich wegen beigemengter Stoffe; manche werden sehr hart, andere nicht hart genug und zersplittern beim Gebrauch. Bei Versuchen gab eine Mischung von 100 Grm. vorher getrockneten und zerriebenen schwefelsauren Bleioxyds mit 20 bis 30 Grm. Kochsalz und 50 Kubikcentimeter gesättigter Kochsalzlösung gute Resultate; durch Zusatz von 20 bis 25 Grm. Bleioxyd (Massicot oder Mennige) wird die Härte der Masse vergrößert. Um alle Sorten von schwefelsaurem Bleioxyd verwendbar zu machen, kann man Gyps benutzen, indem man nämlich den aus dem schwefelsauren Bleioxyd geformten Cylinder äußerlich mit Gypsbrei überzieht, am einfachsten auf die Weise, daß man den Gypsbrei um den Cylinder herum gießt. Man vermeidet auf diese Weise das Zersplittern des schwefelsauren Bleioxydes und hat auch keine Scheidewand nöthig, weil der Gyps als solche dient und die Berührung des reducirten Bleies mit dem Zink verhindert. Letzteres wird in Form eines hohlen Cylinders angewendet, welcher den aus dem schwefelsauren Bleioxyd gegossenen, mit Gyps überzogenen Cylinder umgiebt. Als Flüssigkeit verwendet man salzhaltiges oder schwach mit Schwefelsäure angesäuertes Wasser; im letzteren Falle ist die elektromotrische Kraft etwas schwächer als im ersteren, aber das Auflösungsvermögen des Salzwassers für das schwefelsaure Bleioxyd veranlaßt, daß das Zink sich mit dem reducirten Blei bedeckt, welches von Zeit zu Zeit weggenommen werden muß, während beim säurehaltigen Wasser dieser Uebelstand nicht stattfindet.

Th. Wichmann endlich sucht das schwefelsaure Bleioxyd in Folge der Abwesenheit von Kupfer und Eisen für Thonwaarenfabrikation zu verwenden, da gerade bei diesem Zweige der Industrie ein Bleioxyd, das vollkommen eisen- und kupferfrei, von großem Werth ist, z. B. zur Darstellung weißer glasirter Ofenkacheln und Fliesen; ferner brachte die von Mohr angegebene Methode der Aetzbarytbereitung den Verf. auf die Idee, die Reduction des schwefelsauren Bleioxyds auf gleichem Wege, mittelst Aetznatronlauge, zu versuchen. Es gelang dies vollkommen, man erhielt ein Bleioxyd von vorzüglicher Reinheit und hat bereits einige hundert Centner schwefelsaures Bleioxyd auf diese Weise behandelt. Aus den Kattundruckereien erhält man das Bleisalz meistentheils in Teigform von mehr oder weniger braunrother Farbe; in der Ruhe scheidet sich eine gefärbte Flüssigkeit darüber ab, welche essigsaure Thonerde und Ammoniakalaun gelöst enthält und deren Farbe von dem holzessigsauren Bleioxyde herrührt, das zur Zersetzung des Alauns verwendet wurde. Diese ganze Masse zerrührt man unter Wasserzusatz, und man thut wohl, dieselbe durch ein feines Sieb in ein anderes Gefäß laufen

zu lassen, einmal, um das zu Klumpen vereinigte Bleisalz feiner zu zertheilen, damit es sich leicht waschen lasse, dann aber auch, um darin befindliche fremdartige Körper zu entfernen. Zur Zersetzung verwendet man eine Aetznatronlauge von 28 bis 30° B., also von ungefähr 1,25 spec. Gewicht, die möglichst frei von kohlensaurem Natron ist. Die Aetzlauge wird in einem eisernen Kessel zum Sieden erhitzt und unter fortwährendem Umrühren dasjenige Quantum schwefelsauren Bleioxyds nach und nach eingetragen, welches zufolge eines vorgängigen Versuches erforderlich ist; hierbei muß man, sobald die berechnete Menge ziemlich eingetragen ist, wohl darauf Acht haben, daß man nicht zu viel zusetze. So lange die Flüssigkeit, in welche bereits ein großer Theil des schwefelsauren Bleioxyds eingetragen wurde, auf der Zunge noch sticht (nach dem Ausdruck der Seifensieder), kann man von diesem noch zusetzen, man muß jedoch damit aufhören, sobald der stechende Geschmack nicht mehr bemerkbar ist. Es ist sogar rathsam, daß etwas freies Natron in der Flüssigkeit bleibe, damit man nicht Gefahr laufe, schwefelsaures Bleioxyd in die Glätte zu bekommen; allerdings geht in diesem Falle eine kleine Menge Bleioxyd an Natron gebunden mit in die Glaubersalzlösung über. Die Zersetzung erfolgt während des Siedens rasch und vollständig und nur in dem Falle unter Bildung eines weißen Schaumes, wenn die Aetzlauge viel kohlensaures Natron enthielt; gewöhnlich entweicht etwas Ammoniakgas aus dem Alaun, der dem schwefelsauren Bleioxyde noch anhing.

Das auf diese Weise gebildete Bleioxyd besitzt eine blaßgelbrothe Farbe und besteht aus äußerst feinen Krystallschuppen; wendet man jedoch Aetzlauge in concentrirterem Zustande an, vielleicht von 40° B., so bilden sich etwas größere Krystalle von dunkelrother Farbe.

Nachdem das gehörige Quantum schwefelsaures Bleioxyd in die Lauge eingetragen und die Zersetzung vollendet ist, schöpft man die ganze Flüssigkeit in ein Gefäß mit reinem Wasser, damit sich das gebildete Glaubersalz in Lösung erhalten kann, was nicht der Fall sein würde, wollte man der Flüssigkeit kein Wasser zusetzen. Das Bleioxyd setzt sich leicht ab, wird durch mehrmaliges Waschen vollständig vom Glaubersalz befreit, sodann auf einem Herde von Thonplatten getrocknet und endlich in einem Flammofen durchgeglüht, worauf man es im Ofen möglichst langsam erkalten läßt. Nach dieser Behandlung erscheint es als ein äußerst zartes Pulver von gelbrother Farbe, genau wie präparirte Bleiglätte; es enthält dieses Bleioxyd allerdings gegen 2 Proc. Thonerde, die ihm hartnäckig anhängen, was jedoch bei der Verwendung zum Glasiren von Thonwaaren ohne allen nachtheiligen Einfluß ist; ferner enthält es größere oder geringere Mengen von kohlen-

saurem Bleioxyd, je nachdem die Aetznatronlauge noch mehr oder weniger kohlensaures Natron enthielt. Die Glaubersalzlösung und Waschwasser werden eingedampft und geben ein Glaubersalz, das zwar Thonerde, Bleioxyd-Natron, essigsaures Natron und Kochsalz enthält, letzteres aus der verwendeten Soda, welche Nebenbestandtheile, weil eisenfrei, für die Krystallglasfabrikation von Werthe sind. — Daß neuerdings schwefelsaures Bleioxyd durch Erhitzen mit Natronsalpeter und Soda in Mennige übergeführt wird, wurde oben (Seite 650) angeführt.

Zinkpräparate.

Zinkweiß.

(Zu Seite 432.)

Man bemüht sich gegenwärtig das Zinkweiß nicht mehr durch Verbrennen des Zinkes, sondern direct aus den Erzen darzustellen. Man benutzt dabei einen Ofen, bestehend aus einem halbkugelförmigen feuerfesten Gewölbe und einem unter demselben befindlichen Rost, welcher wieder einen Aschenfall unter sich hat. In den Ofen, und zwar auf den Rost, bringt man das zertheilte, mit circa 33 Proc. Kohle vermischte Erz, nachdem man zuvor auf dem Rost Feuer angemacht und dadurch den Ofen in Hitze gesetzt hat. Das Einbringen geschieht durch eine Thür, welche an der Vorderseite des Ofens angebracht ist. Durch den Aschenfall wird beständig ein Luftstrom in den Ofen getrieben. Das entstandene Zinkoxyd entweicht durch 10 Oeffnungen, welche in dem oberen Theile des Gewölbes angebracht sind, und wird von da durch niedrige verticale Röhren in einen großen horizontalen Canal geführt, welcher mit einem Dutzend ähnlicher Oefen, die in einer Reihe neben einander stehen, verbunden ist. Das Oxyd wird von da durch einen Ventilator angesaugt und in gemauerte Kammern getrieben, in welche es unten eintritt und aus denen es oben wieder entweicht, nachdem es in den Kammern die schwereren Aschentheile und andere Unreinigkeiten, welche der Wind mit fortgerissen hatte, abgesetzt hat. Von hier aus gelangt es in andere Kammern, welche Säcke von Mousselin enthalten, die als Filter wirken, nämlich das Zinkoxyd zurückhalten und die kohligen Theile hindurch gehen lassen. Da diese Säcke leicht durch Zinkoxyd verstopft werden, so ertheilt man ihnen während des Tages eine schüttelnde Bewegung, um das Durchgehen der anderen Stoffe zu befördern. Das Oxyd, welches herausfällt, wird in daneben befindliche Recipienten geleitet, die man von Zeit zu Zeit entleert. Die Idee der Anwendung der Mousselinsäcke

rührt von Richard Jones in New-Jersey her; man benutzt sie bereits seit mehreren Jahren.

Den in den galvanischen Batterien in großer Menge sich bildenden Zinkvitriol verarbeitet man nach Keßler's Vorschlag [1]) vortheilhaft auf Glaubersalz und Chlorzink. Aus dem Chlorzink schlägt man mittelst Kalkmilch Zinkweiß nieder. Der Zinkvitriol läßt sich durch Glühen in Zinkoxyd, schweflige Säure und Sauerstoff zersetzen; man macht neuerdings von dieser Reaction zur Herstellung von Sauerstoff und von schwefligsauren Salzen Gebrauch [2]).

Kupferpräparate.

Kupfervitriol.

(Zu Seite 471.)

H. Fleck giebt folgende Beschreibung der Fabrikation des Kupfervitriols aus den behufs der Schwefelsäurefabrikation abgeröſteten Kupferkiesen. Die Fabrikation geschieht durch Digeriren der Röstrückstände mittelst Schwefelsäure in Bleigefäßen unter Anwendung von Dampf, wobei der größte Theil des durch die Röstung unlöslich gewordenen Eisenoxyds zurückbleibt. Die aus der concentrirten Lauge zuerst gewonnenen Kupfervitriol-Krystalle sind fast ganz eisenfrei, nehmen aber mit der zweiten und dritten Krystallisation in dem Grade an Eisengehalt zu, daß schließlich eine Abscheidung des Kupfers durch Eisengranalien und eine Verarbeitung der entkupferten Laugen auf Eisenvitriol nothwendig wird. Das aus der Mutterlauge sich abscheidende Cämentkupfer wird in Röstherden zu Kupferoxyd umgewandelt und dient dazu, den Mutterlaugen die letzten Antheile freier Schwefelsäure zu entziehen. Dieser Entsäuerungsproceß bietet eine interessante Erscheinung dar: die mit freier Schwefelsäure behaftete Mutterlauge wird in bleiernen Pfannen bis nahe zum Kochen erhitzt und dieser dann das feinste Mehl des gerösteten Cämentkupfers portionenweise zugesetzt; sobald dies geschehen, erfolgt in der Flüssigkeit eine Reaction, welche ein heftiges Aufschäumen derselben zur Folge hat und sie in ein lebhaftes Kochen, ohne Anwendung äußerer Wärme, versetzt. Die Verdichtung der Schwefelsäure durch das Kupferoxyd mag hier als Wärmequelle auftreten. Nach beendeter Reaktion hat sich am Boden ein Theil des eingetragenen Kupferoxyds als Metall mit hochrother Farbe abgeschieden, welchem jedenfalls Oxydul bei-

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1859 p. 245.

[2]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 192.

gemengt ist, während die Auflösung kein Kupferoxydul enthält. Es hat hier eine theilweise Reduction des im Cämentkupfer vorhandenen Kupferoxyduls auf Kosten des sich bildenden und lösenden Kupferoxyds stattgefunden. Die Krystallisationsgefäße sind mit Blei ausgeschlagene Holzbottiche, in welche an hölzernen Querstäben Kupferplatten eingesenkt sind, woran der sich ablegende Kupfervitriol ankrystallisirt. Methoden, wie sie zur Entfernung des Eisens aus den Kupfervitriollaugen von Wurtz (Kochen der Lösung mit etwas Bleisuperoxyd, um das schwefelsaure Eisenoxydul in schwefelsaures Eisenoxyd zu verwandeln und Niederschlagen des Eisenoxydes mit kohlensaurem Baryt) oder von Bacco (Vermischen der Lösung mit kohlensaurem Kupferoxyd, welches alles Eisenoxyd und auch alles Eisenoxydul niederschlage, eine Methode, welche übrigens Sauerwein[1]) unpraktisch fand) empfohlen worden sind, hat Fleck in keiner der zahlreichen von ihm besuchten Kupfervitriol-Siedereien Englands und Deutschlands in Anwendung gefunden. Eine große Schwierigkeit für den Fabrikanten bietet die Entfernung der letzten Antheile adhärirenden, eisenhaltigen Graphits von dem aus den Mutterlaugen durch Gußeisen abgeschiedenen Cämentkupfer. Salzsäure in verdünntem und concentrirtem Zustande wandelt eher das Kupfer zu Kupferchlorür um, ehe die letzten Antheile dieses Eisens gelöst werden, und es ist hier noch eine technische Frage offen, deren Lösung für den Fabrikanten von größtem Vortheile ist.

Nach K. Weltz stellt man in Norwegen Kupfervitriol aus kupferarmen Schwefelkiesen her, indem man dieselben röstet, den Röstrückstand mit Wasser auszieht, aus der Lösung das Kupfer durch Schwefelwasserstoff fällt und das Schwefelkupfer durch eine Flammenröstung und nachfolgende Lösung des gebildeten Salzes in Kupfervitriol überführt.

Die große Vitriolsiederei zu Oker hat nach der Beschreibung von W. Knocke folgende Einrichtung: Die Rammelsberger Kupfererze kamen zeither nach dreimaliger Röstung mit einem Silbergehalt von 1/8 bis 1/4 Loth im Centner zur Verschmelzung auf Rohstein, in welchem man den Silbergehalt neben Kupfer anzureichern beabsichtigte. Bei dem nicht unbedeutenden Arsen- und Antimongehalt der Erze war es nicht zu vermeiden, selbst wenn man die Röstung abkürzte, daß schon beim Erzschmelzen ein speiseartiges Schwarzkupfer (Königskupfer) fiel, welches im Centner an 6 Loth Silber enthielt, während der Rohstein nur 1 1/2 bis 2 Loth Silber im Centner aufgenommen hatte. Dieses Königskupfer wurde zur Nutzbarmachung seines Silber- und Kupfergehaltes ohne Weiteres beim Verschmelzen des gerösteten

---

1) Wagners Jahresbericht 1862 p. 328.

Rohsteins auf Schwarzkupfer zugeschlagen und dieses dann durch Saigerung entsilbert. Da bei diesem Verfahren das erzeugte Garkupfer nicht von besonderer Qualität ausfiel, auch das ausgebrachte Silber die Kosten und Verluste der Saigerung nicht deckte, so beabsichtigt man für die Folge, den Rohstein vom Erzschmelzen in einem bereits vorhandenen Flammofen zu concentriren, den Concentrationsstein auf Schwarzkupfer zu verschmelzen und dieses ohne vorherige Entsilberung gar zu machen. Man hofft dabei ein besseres Kupfer zu erhalten.

Das Königskupfer wird mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, wobei verkäuflicher Kupfervitriol entsteht und das Silber im Rückstand bleibt. Aus diesem soll mittelst Verbleiung oder auf nassem Wege der Silbergehalt ausgezogen werden.

Während die Versuche zur Concentration des Rohsteins u. s. w. noch nicht abgeschlossen sind, ist die Behandlung des Königskupfers mit Schwefelsäure behufs Darstellung von Kupfervitriol und Abscheidung des Silbers betriebsmäßig zu Oker im Gange. Dieses Verfahren, welches manches Neue darbietet, gründet sich im Allgemeinen darauf, daß Kupfer in heißer verdünnter Schwefelsäure sich auflöst, wenn dessen Orydation durch die atmosphärische Luft zuvor ermöglicht ist. Das Silber löst sich nicht oder doch nur zum geringen Theile und bleibt im Rückstand. Man verwerthet dabei das Kupfer im Kupfervitriol sehr hoch.

I. Vorrichtungen und Geräthe in der neuen Kupfervitriolfabrik. Die Nähe der Schwefelsäurefabrik und eine günstige Lokalität ließen es erreichen, daß Wasser und Schwefelsäure den Operationen freiwillig zufließen konnten, wodurch bedeutend an Arbeitslohn erspart wird. Als neu muß bezeichnet werden, daß das Translociren der Laugen mittelst Dampfdrucks geschieht, wodurch außer Ersparung an Arbeitslohn den Verlusten an kostbarer Lauge begegnet wird. Das im Jahre 1858 vollendete Kupfervitriolgebäude besteht aus einem zweistöckigen Theile, welcher incl. des Bodenraums in drei Theile zerfällt, und aus einem einstöckigen Theile, welcher aus dem Krystallisirhause und dem Magazine besteht. Der Fußboden des obersten Theils in der dreistöckigen Abtheilung liegt in gleichem Niveau mit der alten Schwefelsäurefabrik und erhält aus derselben durch bleierne Röhren den nöthigen Bedarf an Wasser und Säure. In dem mit Nr. I. bezeichneten Theile befinden sich drei mit Blei ausgeschlagene viereckige Kästen, wovon der eine bei 5 Fuß Länge, $4^1/_2$ Fuß Höhe und 5 Fuß Breite, zur Aufnahme von Wasser dient, um es von hier in Röhren dem Vorwärmekessel des Dampfapparates und dem Waschkasten zuzuführen; der andere Kasten ist von gleicher Größe und dient als Reservoir für vorräthige

Schwefelsäure; in dem dritten gleich großen Kasten befindet sich die zum Auflösen des Kupfers dienende Lauge, welche durch eine bleierne Dampfschlange, die sich im Schwefelsäurekasten befindet, erhitzt wird. Aus diesem Kasten wird durch einen bleiernen Heber, der unten mit einer verschließbaren Brausevorrichtung versehen ist, die Lauge auf die in der zweiten Etage (Nr. II.) befindlichen zwei Lösegefäße geführt. Dieselben sind 4 Fuß hoch und haben oben 3 Fuß Durchmesser, unten dagegen 3½ Fuß. Sie sind mit Blei ausgeschlagen und haben ungefähr 2 Zoll vom eigentlichen Boden einen durchlöcherten hölzernen Losboden. Eine Oeffnung zwischen den beiden Böden des Lösefasses führt die Lauge in die 130 Fuß lange, 2 Fuß breite und 1½ Fuß tiefe, mit Blei ausgeschlagene Grabentour, die mit einer 2½ Fuß breiten, mit Blei beschlagenen und nach hinten ansteigenden Bühne versehen ist. In dem mit III. bezeichneten Theile (in der untersten Etage des dreistöckigen Theiles) befinden sich ein Druckfaß, ein Dampfkessel mit Vorwärmkessel und eine Vitriolpfanne. Das Druckfaß hat bei 6 Fuß Höhe unten 4 Fuß und oben 3½ Fuß Durchmesser, ist mit Blei ausgeschlagen, gehörig durch Balken, eiserne Bänder und Eisenstäbe verwahrt, und mit einem bleiernen Steigrohr versehen, welches 4 Zoll Durchmesser hat. Die Vitriolpfanne, 10 Fuß lang und breit, 2 Fuß tief, hat eine rauchverzehrende Feuerung, in der Art, daß aus dem Aschenfall frische Luft hinter der Feuerbrücke unter die Pfanne geführt wird, wodurch der unverbrannt entweichende Rauch verbrannt wird. Der Dampfkessel ist eben so wie der Vorwärmkessel von Eisen, hat 11 Fuß Länge und 3 Fuß Durchmesser; er dient zum Translociren und Erhitzen der Laugen.

Der Krystallisirraum, mit IV. bezeichnet, enthält ein Druckfaß, einen Waschkasten, eine Bühne, 2 große und 8 kleine Krystallisirkästen. Das Druckfaß liegt im Baugrunde versenkt. Die Krystallisirkästen, von denen die zwei großen 4 Fuß hoch, 12 Fuß lang und 6 Fuß breit, die übrigen 4 Fuß hoch, 5 Fuß lang und 6 Fuß breit sind, haben im Boden ein Zapfloch und es steht jeder in einem 2 Zoll hohen bleiernen Kasten, der etwa ausrinnende Lauge aufnimmt und dieselbe in Gerennen dem Druckfasse zuführt. Der Waschkasten ist 4 Fuß breit, 3½ Fuß hoch und 3 Fuß lang. Die Bühne ist ebenfalls wie die Krystallisirkästen und der Waschkasten inwendig mit Blei beschlagen, sie hat bei 10 Fuß Länge und 13 Fuß Breite eine Neigung von 1 Fuß nach den beiden Gerennen, welche 6 Zoll breit und 6 Zoll tief sind. Dieselben sind mit Blei ausgeschlagen und führen die Laugen von den Krystallisirkästen, dem Waschkasten und der Bühne dem Druckfaß zu.

In dem heizbaren Theile, mit V. bezeichnet, befinden sich die zum

Trocknen des Vitriols bestimmten Gestelle, und dient dieser Raum zugleich als Magazin.

II. Operationen. Das Königskupfer, sowie alle anderen Kupfersorten, die auf Kupfervitriol verarbeitet werden, granulirt man vorher. Durch das dem Granuliren vorausgehende Garmachen wird nicht allein das Kupfer von den schädlichen Beimengungen gereinigt, sondern durch das Granuliren selbst erhält es auch eine große Oberfläche. Die Granalien werden in der Weise in die Lösegefäße gebracht, daß man unmittelbar auf den Losboden 4 Zoll hoch gröbere Stücke, darüber 2 Fuß 4 Zoll hoch feine Granalien schüttet. Nachdem man die saure Lauge, resp. Schwefelsäure, im Kasten mittelst Dampf erhitzt hat, läßt man dieselbe durch den oben näher beschriebenen Heber abwechselnd auf die Granalien in den beiden Lösefässern fließen. Die heiße Lauge sickert durch das dem Luftzutritt ausgesetzte Kupfer hindurch, erzeugt Vitriol und fließt in die Grabentour, in der sich beim Erkalten der Lauge eine bedeutende Quantität des in der Wärme gelösten Vitriols ausscheidet. Die erkaltete Lauge fließt durch ein mit einem Trichter versehenes bleiernes Rohr in das Druckfaß, aus dem sie mittelst Dampfdrucks in den Kasten zurückgedrückt wird, um denselben Weg wieder zu machen. Der ausgeschiedene Vitriol wird auf die Bühne geschlagen, hier mit Wasser übergossen, um ihn von anhängender saurer Lauge zu befreien, und endlich in die Vitriolpfanne gestürzt. Hier wird der Vitriol unter beständigem Umrühren in erhitzter Mutterlauge, resp. Wasser, gelöst, wenn man jene (die Mutterlauge) anderweitig verwendet.

Nachdem die Vitriollösung sich geklärt und abgekühlt hat, wird sie vorsichtig, damit der Bodensatz nicht mitfließt, mittelst eines Hebers in einen großen oder zwei kleine Krystallisirkasten abgelassen. Der Rückstand aus der Vitriolpfanne, welcher im Centner 3—5 Mark Silber enthält, wird in ein Reservoir gelassen, öfters mit Wasser behandelt, um den anhängenden Vitriol herauszuziehen, und einstweilen aufbewahrt. Zu dem Reservoir benutzt man einen der kleinen Krystallisirkästen. Sobald sich von dem Bodensatze eine hinreichende Quantität angesammelt hat, wird er weiter auf Silber verarbeitet. Die mit Vitriollösung gefüllten Kästen werden, damit sich die Lauge langsamer abkühlt, weil dann die Krystallisation vollkommener ist, mit Bretern bedeckt. Sobald sich auf der Lauge Krystallblättchen zeigen, hängt man mehrere Bleistreifen in die Laugen, an denen, sowie an den Seitenwänden und dem Boden, sich Krystalle ansetzen. Nach ungefähr 14 Tagen ist die Krystallisation beendet, was man daran sieht, daß die vorhandenen Krystalle sich weder vergrößern noch vermehren. Man hebt sodann die Mutterlauge aus dem Kasten durch einen Heber in das Gerenne,

welches dieselbe ins Druckfaß führt, aus dem sie in die Pfanne zurückgedrückt wird, um wieder zum Lösen des Vitriols gebraucht zu werden. Sollte die Lauge zu sauer werden, was man nach der Farbe beurtheilt, so drückt man sie aus dem einen Druckfaß in das andere, aus dem sie in den Kasten zurückgedrückt wird, um wieder zum Lösen des Kupfers dienstbar gemacht zu werden. Nachdem alle Mutterlauge zunächst durch den Heber und die letzte durch das Zapfloch aus dem Krystallisirkasten entfernt ist, schlägt man die Krystalle los, wäscht sie in dem Waschkasten mit Wasser, um sie von anhängender Mutterlauge zu befreien, und stürzt sie auf die Bühne, wo das anhängende Waschwasser sammt der Lauge abfließt. Das Waschwasser des Waschkastens, sowie das von der Bühne herablaufende Wasser fließt in dem Gerenne dem Druckfasse zu, um den oben genannten Weg zu machen.

Die Krystalle bringt man, sobald das Wasser von ihnen abgelaufen ist, auf die Trockentische, von wo sie nach vollkommener Abtrocknung verpackt und versandt werden. Ein Sud füllt, wie oben erwähnt, einen großen oder zwei kleine Krystallisirkasten an, und es fallen davon ungefähr

12 Ctr. große Krystalle,
2 „ Fein- und
2 „ Bodengut

Summa 16 Ctr.

Alle drei Sorten sind von so guter Qualität, daß sie zusammen in den Handel gebracht werden. Sie sind fast chemisch rein, wie folgende Analysen von F. Werlisch beweisen:

	Größere Krystalle	Vitriolklein
Kupferoxyd	30,595	31,881
Schwefelsäure	34,335	34,311
Wasser	35,727	35,868
Zink	Spur	Spur
Eisen	Spur	Spur.

Chrompräparate.

Chromsaures Zinkoxyd.

(Zu Seite 429.)

Zur Darstellung des Zinkgelbes, einer Farbe, die schon vor mehr als dreißig Jahren von Lampadius als Malerfarbe vorgeschlagen worden war, giebt Gentele folgende Vorschrift: Die gelbe Farbe ist eine basische

Verbindung, die neutrale Verbindung ist löslich und kann demnach nicht als Farbe dienen, eben so scheint auch eine saure Verbindung zu existiren, die gleichfalls löslich ist. Aus diesem Grunde giebt zweifach chromsaures Kali in einer Lösung von Zinkvitriol keinen Niederschlag, denn es bildet sich durch Austausch der Bestandtheile nur eine lösliche chromsaure Zinkoxydverbindung. Neutrales chromsaures Kali, oder Natron, oder Natron-Kali geben dagegen allerdings einen Niederschlag, der schön gelb ist, aber nebenbei entsteht eine rothe Lösung, die die lösliche chromsaure Zinkoxyd-Verbindung enthält, und bei weiterem Zusatz der neutralen chromsauren Alkalien entsteht dann kein weiterer Niederschlag mehr, so daß weder alles Zink, noch alle Chromsäure auf diese Art benutzbar wird. Mischt man aber das neutrale Salz vor der Fällung mit soviel eines ätzenden Alkalis, daß die Menge des reinen Alkalis noch ebensoviel beträgt, als in dem neutralen chromsauren Alkali enthalten ist, so entsteht der gelbe Niederschlag auch, und es kann dann alles Zinkoxyd mit einer solchen Lösung gefällt werden. Man verfährt daher am besten auf folgende Weise.

Eine Quantität Zinkvitriol wird in Wasser aufgelöst, die Lösung durch Absetzen, wenn es nöthig ist, geklärt und in eine Präcipitirkufe gebracht. Eine kleinere Quantität einfach oder doppelt chromsaures Kali wird ebenso aufgelöst und in eine Stande gebracht. Man nimmt von der Zinkvitriollösung etwa zehn Probegläser halb voll und setzt sie in eine Reihe. Man gießt nun in die Lösung des chromsauren Kalis soviel Aetzlauge rasch nacheinander, bis ein Tropfen davon im ersten Probeglas einen Niederschlag hervorbringt. Man probirt nun, ob durch weitern Zusatz von dieser Mischung ein Niederschlag unter rother Färbung entsteht, die einer Auflösung von rothem chromsaurem Kali gleicht. Ist dies der Fall, so gießt man abermals eine Portion Aetzlauge zur Lösung des chromsauren Kalis und gießt nun von dieser neuen Mischung in ein anderes Probeglas. Entsteht nun neben dem Niederschlage wieder eine rothe Flüssigkeit, so setzt man wieder Aetzlauge zum chromsauren Kali, probirt wieder und wiederholt dies so lange, bis ein gelber Niederschlag entsteht, ohne daß aber die über dem Niederschlag bleibende Flüssigkeit eine rothe Farbe annimmt, sondern entweder ungefärbt oder gelb erscheint, wie eine Lösung von neutralem chromsaurem Kali.

Man kann nun die Fällung des Zinkvitriols mit dieser Flüssigkeit vornehmen. Man gießt erst den Inhalt der Probegläser hinzu, dann soviel des chromsaurem Kaligemisches, bis kein Niederschlag mehr erfolgt. Man wässert denselben nun einige Male aus, preßt und trocknet ihn.

Aus England bezogenes **Zinkgelb** bestand in 100 Th. aus

Chromsäure	14,94
Zinkoxyd	75,35
Kohlensäure	3,61
Wasser	6,20
	100,00

Das in Deutschland dargestellte ist gewöhnlich mit Schwerspathpulver oder mit Permanentweiß versetzt, wie folgende Analysen von zwei Proben aus verschiedenen Farbefabriken bezogen, zeigen:

	a	b
Chromsäure	11,88	9,21
Zinkoxyd	45,78	61,47
Schwefelsaurer Baryt	42,34	29,32
	100,00	100,00

Chromoxyd[1]).

(Zu Seite 431.)

Unter den Namen Smaragdgrün, Mittler's Grün, Pannetier's Grün, Plessy's Grün, Chromgrün sind in den letzten Jahren schöne grüne Farben aufgetaucht, die im Wesentlichen aus **Chromoxydhydrat** bestehen. Man erhält sie 1) durch Calciniren eines Gemenges von Kalibichromat und Borsäure und Auslaugen des aus borsaurem Chromoxyd und borsaurem Kali bestehenden Gemengen; es löst sich Borsäure und borsaures Kali auf, und die grüne Masse, welche ungelöst bleibt, ist Chromoxydhydrat; 2) durch Erhitzen von neutralem phosphorsaurem Ammoniak mit Kalibrichromat und Auslaugen mit Wasser, 3) durch Erhitzen eines Gemenges von Kalibichromat, saurem phosphorsaurem Kalk, Wasser und Rohzucker und Decantiren der Flüssigkeit von dem Niederschlag, der nach dem Abtropfen und Trocknen das Chromgrün darstellt. Durch Verdünnen des Chromoxydes mit Thonerdehydrat, Zusatz von kohlensaurem Kobaltoxydul und Glühen kann man verschiedene Nüancen von Gelbgrün bis Blaugrün erzielen. — Das Chromgrün zeigt auch bei künstlicher Beleuchtung eine schöne grüne Farbe und widersteht den Säuren und Alkalien. Es kann nicht blos zum Malen und Anstreichen, sondern auch zum Zeugdruck mit Vortheil angewendet werden[2]).

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1859 p. 265, 267; 1862 p. 336.

[2]) Wagners Jahresbericht 1860 p. 513.

Chromoxyd-Kupferoxyd[1]). Glüht man das dreibasische chromsaure Kupferoxyd, so verliert es einen Theil seines Sauerstoffs (das Volum des entwickelten Sauerstoffs ist gleich der Hälfte des in der Chromsäure vorhandenen) und hinterläßt eine pulverige Masse, aus der kochende Salzsäure 5 Aeq. Kupferoxyd auszieht, während unlösliches $Cr_2O_3 + CuO$ zurückbleibt. Die intensive Farbe, sowie die außerordentliche Zertheilung und große Beständigkeit des Körpers gegen die kräftigsten Agentien ließen hoffen, daß derselbe Verwendung im Zeugdruck, sowie in der Oel- und Porcellanmalerei finden könne. Als Persoz eine größere Menge der Verbindung darstellen wollte, erhielt derselbe aber beim Glühen von dreibasisch-chromsaurem Kupferoxyd und Auskochen des Glührückstandes mit Salzsäure nicht mehr eine schwarze amorphe Substanz wie oben, sondern eine metallisch aussehende krystallinische Substanz, welche dem Bleiglanz sehr ähnlich ist. Bei der Analyse fand Persoz, daß die neue Verbindung auf dieselbe Menge Chromoxyd zweimal mehr Kupferoxyd enthält, als das oben beschriebene Product. Die Entstehung dieses Productes hatte darin ihren Grund, daß der Verf. früher immer in Muffeln, also bei Gegenwart von Luft geglüht hatte, während bei letzterem Versuche die Zersetzung in einem geschlossenen Tiegel vorgenommen wurde und hierbei durch die reducirenden Gase ein Theil des Kupferoxyds reducirt wurde, wie dies auch die Analyse nachwies, welche darauf führte, die Existenz einer Chromoxyd-Kupferoxydulverbindung von der Formel Cr_2O_3, Cu_2O anzunehmen, die jedesmal entsteht, wenn dreibasisch-chromsaures Kupferoxyd in einem bedeckten Tiegel oder im Kohlenfeuer geglüht wird. Vielleicht führt diese abwechselnde Bildung einer Kupferoxydul- oder Oxydverbindung unter so wenig verschiedenen Umständen auf die Erklärung mancher Erscheinungen, wie sie sich in der Technik bei Arbeiten auf trockenem Wege zeigen. Der Verf. erwähnt dann noch, daß Onfroy mit der neuen Chromkupferverbindung, sowie mit Gemischen mit anderen Farben gelungene Versuche im Großen gemacht hat, behufs ihrer Anwendung im Zeugdruck, wobei er das Eiweiß als Befestigungsmittel anwendete.

Chromoxyd-Manganoxydul. Dasselbe eignet sich wegen seiner schönen braunen Farbe zu gleichem Zweck. Salvetat hat sich auch von der Anwendbarkeit dieser neuen Verbindung in der Thonwaarenfabrikation überzeugt. Diese und die vorhergehende Verbindung gestatteten auch in Gemischen mit gewissen Mengen anderer gefärbter Oxyde diese so fein zu vertheilen, wie es durch gewöhnliche Mittel nur schwer möglich ist.

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 336.

Chromchlorid[1]). Diese Verbindung erscheint als eine in rothen Blättchen krystallisirende, glänzende, glimmerartige Masse, die sich auf der Haut gleich Talk verreiben läßt. Die Substanz dürfte als Farbwaare, besonders in der Fabrikation der Buntpapiere Anwendung finden, wenn sie zu billigen Preisen in gehörigen Mengen dargestellt werden kann. Dies möchte nach dem folgenden, von Wöhler angegebenen Verfahren möglich sein. Man formt aus dem Gemenge von Chromoxyd und Kohle mit Stärkekleister kleine Kugeln, glüht diese in einem bedeckten Tiegel aus und füllt sie in einem Tiegel, dessen Boden mit einer Oeffnung durchbohrt ist, in welche man ein etwa 6 Zoll langes Stück eines schmalen Porzellanrohres eingekittet hat. Die nur wenig aus dem Boden ragende Mündung dieses Rohrs wird mit einem ganz kleinen Tiegel überdeckt, um das Hineinfallen der Kugeln zu verhindern. In die Mündung des größern Tiegels wird dann ein zweiter umgekehrt eingekittet, dessen Boden zur Abführung des Kohlenoxydgases mit einer kleinen Oeffnung ebenfalls durchbohrt ist. Dieser Apparat wird nun so auf den Rost eines gewöhnlichen Windofens gestellt, daß das Porzellanrohr unter den Rost zu stehen kommt und hier mit dem Leitungsrohre eines Chlorentwickelungsapparates in Verbindung gesetzt werden kann. Nachdem der Apparat mit getrocknetem Chlorgase angefüllt ist, bringt man den untern Tiegel zum starkem Glühen und regiert das Feuer so, daß das entstehende Chlorid sich in dem obern, höchstens nur schwach glühenden Tiegel als Sublimat condensirt. Da das Chromchlorid beim Erhitzen an der Luft in Oxyd verwandelt wird, so ist es wichtig, nach beendigter Operation während des Erkaltens noch Chlorgas durch den Apparat zu leiten. Es versteht sich, daß man sie im Freien oder unter einem gut ziehenden Schornstein vorzunehmen hat. Das Chlorid muß nachher mit Wasser ausgewaschen werden, weil es, vom Tiegel herrührend, Chloraluminium enthält. Hat man nicht für einen gehörig starken Chlorstrom gesorgt, so enthält es Chlorür, welches bei der Behandlung mit Wasser die Auflösung auch von viel Chlorid veranlaßt, welches man verliert.

Pink-colour (Nelkenfarbe). Die Pinkcolour, welche bisher nur in der Fayencefabrikation (vergl. Bd. II p. 686) als Maler- und Druckfarbe verwendet wurde, kann nach den Erfahrungen von Gentele auch als Malerfarbe dargestellt werden, die ganz das Ansehen eines hellen Krapplackes hat, aber vor letzterem den Vorzug hat, daß sie allen und jeden

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1860 p. 282. (Eine umständlichere Methode der Darstellung von Chromchlorid hat Brunner — Jahresbericht 1861 p. 278 — angegeben).

äußeren Einflüssen völlig widersteht. Man erhält diese Farbe auf folgende Weise: Man verwandele 2 Pfd. Zinn durch Salpetersäure in Zinnoxyd. Dann löse man 3 Loth chromsaures Kali in 2 Pfd. Wasser, zerrühre in der Lösung 4 Pfd. Kreide und 2 Pfd. gemahlenen Quarz, bringe sie zur Breiform und rühre nachher das Zinnoxyd hinein. Die gelbgefärbte Masse wird getrocknet und dann einige Stunden im Windofen sehr scharf geglüht. Die Masse erscheint nach dem Glühen zusammengesintert und dunkelrosenroth, sie wird fein gemahlen und nochmals geglüht. Man mahlt sie dann auf einer nassen Mühle fein, wässert aus, filtrirt und trocknet. — In Wallerfangen soll man nach H. Schwarz eine sehr schöne Pink-colour erhalten, indem man gallertartige Kieselsäure mit einer Lösung von Kalibichromat befeuchtet und glüht.

Eisenpräparate.

Blutlaugensalz.

(Zu Seite 440.)

Wie bereits Bd. V p. 346 in der Kürze angegeben, hat Gélis ein neues Verfahren der Fabrikation von Blutlaugensalz ermittelt, welches sich für solche Oertlichkeiten eignet, wo die ammoniakalischen Produkte der Steinkohlengasanstalten wenig gesucht sind und man sich daher das Schwefelammonium zu einem sehr billigen Preise verschaffen kann; wo ferner der Preis der Steinkohlen ein niedriger ist, folglich der Schwefelkohlenstoff wohlfeil dargestellt werden kann. Der dritte Rohstoff zur Cyanerzeugung ist bei diesem Verfahren der Schwefel, welcher aber bei den Operationen fortwährend regenerirt wird; Gélis vergleicht seine Wirkung mit der Rolle, welche die Salpetersäure bei der Schwefelsäurefabrikation spielt. Ebenso wie nämlich das Stickstoffoxyd als Mittel dient, um den Sauerstoff der Luft auf die schweflige Säure zu übertragen, ist der Schwefel das vermittelnde Agens zwischen dem Kohlenstoff und Stickstoff, welche durch ihre Vereinigung das Cyan bilden müssen.

Die Operationen des neuen Verfahrens bestehen in Folgendem: Indem man in einem geschlossenen, mit Rührvorrichtung versehenen Gefäß in der Kälte Schwefelkohlenstoff mit concentrirtem Schwefelammonium mischt, erhält man leicht deren Verbindung, das sulfokohlensaure Ammoniak. Wird letzteres mit Zusatz von Schwefelkalium in einer Destillirblase bis 100° C. erhitzt, so entwickelt es Dämpfe von Schwefelammonium und Schwefelwasserstoff; diese Dämpfe, durch Condensation gesammelt und mit Ammoniak gesättigt, dienen zur folgenden Operation. Den Destillations-

rückstand, welcher aus Schwefelcyankalium besteht, braucht man nur zu trocknen, dann in einer gußeisernen Schale mit Eisengranalien zusammenzuschmelzen und hernach auszulaugen, um einerseits unlösliches Schwefeleisen und andererseits eine Lösung von Cyaneisenalkalium zu erhalten, welche nach dem Abdampfen krystallisirtes Blutlaugensalz liefert.

Die Apparate, mittelst deren dieses Verfahren schon mit mehr als 1000 Kilogrm. Rohmaterialien auf einmal ausgeführt wurde, sind:

1) Ein geschlossener Mischapparat, worin in der Kälte die Verbindung des Schwefelkohlenstoffs mit dem Schwefelammonium bewirkt wird, um das schwefelkohlensaure Ammoniak zu erhalten:

$$2\,CS_2 + 2\,(SH_4N) = C_2\,S_4,\ S_2\,H_8\,N_2.$$

2) Ein Destillirapparat zur Zersetzung des schwefelkohlensauren Ammoniaks und dessen Umwandlung in Schwefelcyankalium; in diesem Apparat, einem mit Dampf geheizten Kessel, erhitzt man das Gemenge von 2 Aeq. schwefelkohlensaurem Ammoniak mit 1 Aeq. Schwefelkalium [1]) auf 100° C.; es entbindet sich Schwefelammonium nebst Schwefelwasserstoff und als Destillationsrückstand bleibt Schwefelcyankalium:

$$C_2S_4,\ S_2H_8N_2 + KaS = C_2\,NS_2\,Ka + SH,\ SH_4N + 3\,(HS).$$

Mit diesem Apparat steht ein geschlossener Kessel zur Erzeugung des gasförmigen Ammoniaks in Verbindung, und ein vollständig mit Wasser umgebener Cylinder von Eisenblech, worin sich die aus beiden Kesseln entwickelten Produkte condensiren, nämlich einerseits das Ammoniak und andererseits der Schwefelwasserstoff und das Schwefelammonium, welche durch ihre Vereinigung wieder neutrales Schwefelammonium bilden, das zu den folgenden Operationen anwendbar ist.

Die gußeiserne Schale, worin man das Schwefelcyankalium mit reducirtem Eisen zum Dunkelrothglühen erhitzt, ist mit einem sie luftdicht schließenden Deckel von Eisenblech versehen; die Umwandlung jener Materialien in Blutlaugensalz erfolgt darin nach der Gleichung:

$$3\,(C_2\,NS_2\,Ka) + 6\,Fe = 2\,C_2\,NKa,\ C_2\,NFe + 5\,(SFe) + SKa.$$

Die Hauptvortheile dieses Verfahrens beständen in der ökonomischen Erzeugung des Blutlaugensalzes, wovon eine der von der Theorie angegebenen ziemlich gleich kommende Quantität erhalten wird, während man nach der alten Methode bei Behandlung halbverkohlter Thierstoffe das kohlensaure Kali in großem Ueberschuß anwendet und nur einen Theil des Stickstoffs benutzen kann. Aus diesen Gründen ist das sinnreiche Ver-

[1]) Das Schwefelkalium erhält man durch Zersetzung von schwefelsaurem Kali mit Kohle in einem Flammenofen (Sodaofen).

fahren von Gélis der Beachtung der Fabrikanten dringend zu empfehlen.

Hinsichtlich der Darstellung der Rohstoffe und der Anwendung der Rückstände sind für den ökonomischen Erfolg der Operation einige wesentliche Bedingungen zu erfüllen, welche Gélis dem Verf. mitgetheilt hat. Zur Darstellung des reducirten Eisens wendet man Drehspäne von Schmiede- und Gußeisen an, welche man frei von Oel in den mechanischen Werkstätten vorfindet. In diesem Zustande verwandelt sich das Eisen leicht in Oxydhydrat, wenn man es feucht in dünner Schicht der Einwirkung der Luft aussetzt. Dieses Oxyd, von den Stücken durch Sieben gesondert, wird in den metallischen Zustand zurückgeführt, indem man es mit 25 Proc. Kohlenpulver in einem gußeisernen Cylinder mit flachem Boden (ähnlich den Gasretorten) unter einem Gewölbe und blos zur Dunkelrothglut erhitzt; die Kohle bemächtigt sich des Sauerstoffs des Oxyds und bildet Kohlenoxydgas; die Operation ist beendigt, sobald die Gasentbindung aufhört; das erhaltene Product ist ganz sauerstofffrei und enthält einen geringen Ueberschuß von Kohle, welcher gar keinen Nachtheil veranlaßt. Eine andere Quelle für Eisenoxydhydrat ist das bei der Operation selbst erzeugte Schwefeleisen. Wenn man nämlich dieses Schwefeleisen an der Luft ausbreitet und mit Wasser begießt, um das Eisen zu oxydiren und den Schwefel (ohne Röstung oder Verbrennung) zu isoliren, so giebt es Oxydhydrat, welches man durch Kohle auf vorher angegebene Weise reducirt.

Es ist gezeigt worden, wie sich im Verlauf der Reactionen das Schwefelammonium erzeugt; da diese Verbindung unaufhörlich in reichlichem Ueberfluß wieder gewonnen wird, so verwendet man sie theilweise durch Zersetzung mittelst Eisenoxydhydrat (dessen beide Hauptquellen wir soeben angegeben haben); es entbindet sich hierbei Ammoniakgas, welches unmittelbar benutzt wird, und als Destillationsrückstand verbleibt im Kessel Schwefeleisen, gemengt mit Schwefel:

$$3(SH, NH_3) + Fe_2O_3 = NH_3 + 2(FeS) + S + 3HO.$$

Das so erhaltene Schwefeleisen kann auf zweierlei Art benutzt werden:

1) Indem man es in einem Ofen der Röstung unterzieht, erhält man schweflige Säure zur Darstellung von schwefligsauren oder unterschwefligsauren Salzen oder zur Fabrikation der Schwefelsäure in den Bleikammern.

2) Indem man den Schwefel nach folgender Methode regenerirt: Das Schwefeleisen wird unter einem Schuppen ausgebreitet und feucht erhalten, wobei es rasch den Sauerstoff der Luft absorbirt und sich, wie wir schon gesehen haben, in Oxyd verwandelt, indem es den Schwefel frei läßt (es

entstehen kaum Spuren von schwefelsaurem Eisen); die Reaction erfolgt nach der Formel: $2(FeS) + O_3 = Fe_2O_3 + 2S$.

Wenn dieses Gemenge zur Zersetzung einer neuen Quantität von Schwefelammonium angewendet wird, so nimmt es bei jeder der aufeinander folgenden Behandlungen mehr Schwefel auf. Gélis konnte so Gemenge erzielen, welche 9 Th. Schwefel auf 1 Th. Oxyd enthielten. Aus einem solchen Gemenge kann man aber leicht den Schwefel ökonomisch gewinnen, indem man ihn (in einem Apparate ähnlich demjenigen von Deiß) mittelst Schwefelkohlenstoff auflöst. Das vom Schwefel befreite Eisenoxyd kann zu den folgenden Operationen benutzt werden.

Endlich hat Gélis neuerlich noch zwei andere Vorsichtsmaßregeln beobachtet, wovon die eine darin besteht, dem Schwefelcyankalium das letzte Aequivalent Wasser, welches mit ihm vereinigt bleibt, vollständig zu entziehen, indem man es über freiem Feuer in einem gußeisernen Gefäße unter beständigem Umrühren drei Stunden lang auf 140 bis 160° C. erhitzt. Die andere Vorsichtsmaßregel hat zum Zweck, die gußeiserne Schale, worin man das Schwefelcyankalium mit dem reducirten Eisen erhitzt, ziemlich luftdicht zu schließen. Diesen Verschluß (welcher den Luftzutritt verhüten muß, damit nicht Cyan unter Ammoniakbildung zerstört wird) bewerkstelligt man, indem man im Rande der Schale eine halbcylindrische Nuth anbringt und die Ränder des Deckels in einem Wulst endigen läßt, welcher mit Reibung in diese Nuth paßt, wonach eine dünne Thonschicht genügt, um das Eindringen von Luft zu verhüten. Endlich gestattet ein kleiner Ansatz am oberen Theile dieses Deckels, bei Beginn der Operation die letzten Spuren von Wasserdampf abziehen zu lassen, und gegen das Ende der Operation sich zu versichern, daß die Umwandlung vollständig ist, indem man einen Glasstab einsenkt, um eine kleine Menge des Products herauszunehmen, und sich überzeugt, daß es mit einer Lösung von Eisenoxydsalz kein Anzeichen von Schwefelcyankalium mehr giebt[1]).

---

[1]) Payen macht über die Fabrikationskosten folgende Angaben, wobei die Herstellung von 30,000 Kilogrm. Blutlaugensalz nach seinem Verfahren zu Grunde gelegt ist:

	Kilogr.		Fr.
Schwefelkohlenstoff	35,000	à 45 Fr. die 100 Kilogr.	15,750
schwefelsaures Kali	36,400	à 40 „ „ „ „	14,560
Schwefelammonium	25,300	à 35 „ „ „ „	8,875
zertheiltes Eisen	50,000	à 10 „ „ „ „	5,000
gebrannter Kalk	17,500	à 4 „ „ „ „	700
			44,885

Quecksilberpräparate.

Zinnober.

(Zu Seite 489.)

Gautier-Bouchard stellt den Zinnober auf nassem Wege mittelst Ammonpolysulfuret dar. Diese Verbindung wurde nach den vorhandenen Angaben bisher nicht zur Zinnoberfabrikation verwendet, jedoch bereits von Hoffmann, später aber von Liebig vorgeschlagen. Dieser Vorschlag scheint nicht befolgt, oder, insofern er doch (vielleicht in England) befolgt wurde, das Verfahren wenigstens nicht veröffentlicht worden zu sein. Gautier-Bouchard verfährt folgendermaßen: Man bringt in eine thönerne Flasche oder einen thönernen Krug von circa $1^1/_2$ Liter Inhalt 200 Grm. Schwefelblumen, 400 Cubikcentim. geschwefeltes Schwefelammonium von 1,034 spec. Gew. und 1000 Grm. Quecksilber. Man verkorkt die Flasche sofort und bindet einen Faden über den Kork, welcher ohne diese Vorsicht durch den im Innern der Flasche entwickelten Druck herausgetrieben würde. Die Mischung in der Flasche wird nun 7 Stunden lang lebhaft geschüttelt und dann 3 bis 4 Tage lang bei einer Temperatur von 50 bis 60° C. stehen gelassen. Nach Verlauf dieser Zeit oder selbst noch

---

	Fr.
Uebertrag:	44,885
Reduction des schwefelsauren Kalis zu Schwefelkalium, 3 Fr. die 100 Kilogr., Arbeitslohn und Brennstoff	1,92
Tagelohn, 12 Arbeiter à $3^1/_2$ Fr. täglich, 30 Tage	1,260
Brennmaterial	600
Miethe, allgemeine Unkosten, 30 Tage	1,000
Verlust, 15 Proc. der Unkosten	7,322
	56,139
Davon ist abzuziehen der Werth der Producte, nämlich	
$^1/_3$ des Kalis, welches als Potasche verkauft wird	5,000
25,000 Kilogr. Natron à 15 Fr.	3,250
	8,250
Es bleiben daher für die 30,000 Kilogr. Blutlaugensalz	47,889

Das Kilogramm kostet mithin 1 Fr. 59 Centim. Das Eisen ist in der Rechnung nur mit 10 Fr. aufgeführt, weil es immer wieder in die Fabrikation zurückkehrt (an der Luft geht das Schwefeleisen in Oxyd und in Schwefel über, welcher letztere mittelst Schwefelkohlenstoff extrahirt wird). Der Schwefel ist nur mit 13 Fr. die 100 Kilogr. in Anschlag gebracht (d. h. zur Hälfte seines wirklichen Werthes), weil ein großer Theil desselben immer wieder verwendet wird.

früher hat sie sich in eine dicke Masse von sehr schöner rother Farbe verwandelt. Man entkorkt nun die Flasche, gießt warmes Wasser hinein, schüttelt um und läßt die so verdünnte Masse herausfließen, worauf man den Zinnober mit warmem Wasser auswäscht. Der ausgewaschene Zinnober wird noch geschlämmt. Es ist vortheilhaft, den Zinnober noch mit Salpetersäure zu behandeln, wie Leuchs schon empfohlen hat, weil er dadurch haltbarer zu werden scheint. Nach dieser Behandlung wird der Zinnober abermals ausgewaschen, abtropfen gelassen und in den Trockenraum gebracht.

Firmenich empfiehlt folgende Methode der Quecksilberbereitung auf nassem Wege. Man nehme 20 Theile fein gepulvertes schwefelsaures Kali und 6 Theile gepulverte Holzkohle, mische sie und fülle mit dem Gemenge hessische Tiegel von 1 Liter bis zu $^3/_4$ ihres Inhalts an. Diese werden, gut bedeckt, in einem Schmelzofen erhitzt, wobei die Masse nach und nach in heftiges Kochen geräth, welches nach erfolgtem Durchschmelzen aufhört. Sie hat jetzt das Ansehen von geschmolzenem Metall; es ist Einfach-Schwefelkalium entstanden, eine Substanz, welche nach dem Erkalten eine braune oder rothe Farbe zeigt, krystallinisch ist und an der Luft schnell feucht wird und zerfließt. Hierzu gießt man Regenwasser im Verhältniß von 2 : 7 und bringt die Mischung in einem eisernen Kessel zum Kochen. Alsdann wird die Lösung filtrirt und durch Erkalten das nicht reducirte schwefelsaure Kali abgesondert, welches sich an den Wänden in Krystallen absetzt. Die auf solche Weise gereinigte Lauge wird abermals zum Kochen gebracht und nach und nach Schwefel bis zur Sättigung, welche an dem Aufwallen der Flüssigkeit und Bildung von Blasen an der Oberfläche zu erkennen ist, zugefügt. Das Einfach-Schwefelkalium nimmt noch 4 Atome Schwefel auf. Behufs der Fabrikation des Zinnobers füllt man Flaschen mit je 10 Pfund Quecksilber, 2 Pfund Schwefel und $4^1/_2$ Pfund Schwefelkaliumlauge und bringt solche, vorher mäßig erwärmt, in eine eigens dazu vorgerichtete Schaukel, deren Kasten mit Strohpolster versehen ist und gewöhnlich 2 Flaschen faßt. Dieselbe wird bei der Arbeit zur Vermehrung des Effekts gegen ein Strohpolster gestoßen. Nach $1^1/_2$- bis 2stündigem Schaukeln erwärmen sich die Flaschen allmälig und die Mischung nimmt eine grünlichbraune Farbe an. Bei diesem Zeitpunkte tritt eine Verbindung des Quecksilbers mit dem Schwefel der gesättigten Schwefelkaliumlösung ein, während diese sich wieder aus dem zugesetzten Schwefel ergänzt. Man thut wohl, um die Mischung locker zu erhalten, die Flaschen von Zeit zu Zeit zu wenden. Nach ungefähr $3^1/_2$ Stunden wird das Quecksilber vollständig verbunden sein; die Mischung hat eine dunkelbraune Farbe angenommen und erkaltet nun nach und nach. Die ganze Operation nimmt ungefähr 5 Stunden in Anspruch.

Alsdann bringt man die Flaschen in ein Wärmzimmer, in welchem die Temperatur auf etwa 45° C. erhalten werden muß. Hier färbt sich die Mischung allmählig roth, und zwar gewöhnlich innerhalb 2—3 Tagen, während welcher Zeit dieselbe jedoch täglich 3—4 Mal tüchtig aufgeschüttelt werden muß. Von wesentlichem Einfluß auf die Nüance der Farbe ist die Temperatur. Je kälter die Mischung in die Schaukel gebracht wird, um so heller wird auch die Farbe des Fabrikats. So wird z. B. heller Carminzinnober mit gelblichem Stich dadurch dargestellt, daß man die Flaschen vor dem Stoßen im Winter eine Stunde lang der frischen Luft aussetzt, im Sommer dagegen eine Stunde lang in Kübel mit kaltem Wasser stellt. Der in den Flaschen fertige Zinnober ist nun noch von seinem überschüssigen Schwefel zu befreien. Zu dem Ende setzt man vorher zu jeder Flasche etwa 0,5 Liter Wasser zu und gießt die Mischung nach vorherigem tüchtigen Umschütteln auf ein Filter. Die Lauge fließt alsdann klar ab, worauf der auf dem Filter zurückgebliebene Zinnober in steinernen Töpfen mit Aetznatronlauge versetzt wird, damit der überschüssige Schwefel aufgelöst werde. Später wird diese Lauge möglichst rein abgegossen und der Zinnober bleibt zurück. Jedoch muß dieser noch oft mit Wasser ausgewaschen und sodann auf ein Filter gebracht werden, wo er durch fortwährendes Zusetzen von frischem Wasser von aller Lauge gänzlich befreit wird. Auf die Auflösung des überschüssigen Schwefels und die Entfernung der Lauge ist die größte Sorgfalt zu verwenden, denn lediglich von ersterer hängt die Feuerbeständigkeit und von letzterer die Haltbarkeit der Farbe des Fabrikats ab. Die Filtrirarbeit erfordert durchschnittlich 2 bis 3 Tage. Nun ist der Zinnober noch zu trocknen; man bringt ihn dazu direct vom Filter auf den Rost eines Trockenschrankes. Bei ganz mäßiger Wärme trocknet er hier so weit ab, daß er in Stücke bricht und sich nicht mehr feucht anfühlt. Jetzt auf eiserne Pfannen gelegt, wird er von neuem in den Trockenofen gebracht und mit einer 3 Fuß langen eisernen Krücke fortwährend umgewendet. Die Temperatur wird dabei auf etwa 60° C. gesteigert. Nimmt der Zinnober dabei auch zeitweilig eine dunklere Färbung an, so ist dies ohne Nachtheil. Das Trocknen nimmt ungefähr fünf Stunden in Anspruch.

Kobaltpräparate.

Rinmann's Grün.

(Zu Seite 506.)

Eine vorzüglich schöne Sorte von Zinkgrün ergab bei der Analyse folgende Resultate:

	I	II
Zinkoxyd	71,93	71,68
Kobaltoxydul	19,15	18,93
Phosphorsäure	8,23	8,29
Natron	0,69	—

Neue Kobaltfarben.

Phosphorsaures Kobaltoxydul, durch Fällen eines Kobaltsalzes mit phosphorsaurem Natron, Auswaschen und Trocknen des Niederschlages erhalten, ist eine rothviolette Verbindung, die beim Erhitzen je nach der Temperatur, die man anwendet, Farben annimmt, die vom Rothviolett bis zum Violettblau nüanciren. Nach Salvétat ist dieser neue mineralische Farbstoff in der Zeugdruckerei, beim Tapetendruck und bei der Fabrikation feiner Farben anwendbar.

Phosphorsaures Kobaltoxydul-Zinkoxyd, als blaue Porcellanfarbe auf der Glasur angewendet, wird nach Gentele[1]) dargestellt, indem man zu einer Auflösung von phosphorsaurem Natron erst schwefelsaures Zinkoxyd, dann schwefelsaures Kobaltoxydul setzt. Der gewaschene Niederschlag ist dunkelblau mit einem Stich ins Rothe, aber nach dem Glühen ist er rein blau. Die Analyse des bei 30° getrockneten Niederschlages gab:

Zinkoxyd	41,95
Kobaltoxydul	12,97
Phosphorsäure	33,25
Wasser	12,06

wonach die Verbindung ist:

$$3\,(3\,ZnO\,,\,PO_5 + 3\,HO) + 3\,CoO\,,\,PO_5 + 3\,HO.$$

Das Coeruleum[2]), eine neue blaue Farbe, die sich sowol für Oel- als Aquarellmalerei eignet, sehr gut deckt und auch beim künstlichen Lichte blau erscheint, besteht aus

Zinnsäure	49,66
Kobaltoxydul	18,66
Gyps und Kieselerde	31,68

Es ist zinnsaures Kobaltoxydul gemischt mit Zinnoxyd und Gyps.

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1860 p. 285.

[2]) Wagners Jahresbericht 1861 p. 280.

Kobaltgelb.

(Zu Seite 508.)

Diese Verbindung läßt sich nach Hayes[1]) mit großer Leichtigkeit darstellen, wenn man untersalpetersaure Dämpfe in eine Lösung von salpetersaurem Kobaltoxydul leitet, die etwas Kali enthält. Wenn man von Zeit zu Zeit etwas neues Kali hinzusetzt, so wird alles Kobalt in Kobaltgelb übergeführt.

Zinnpräparate.

(Zu Seite 511.)

Zinnsaures Natron.

wird nach dem früher angegebenen Verfahren von E. Häffely aus Bleioxyd, Aetznatron und Zinn dargestellt. Es wird zuerst das Bleioxyd in der Natronlauge aufgelöst und in das so erzeugte Bleioxyd-Natron granulirtes Zinn gebracht, wobei sich unter Abscheidung von Bleischwamm zinnsaures Natron bildet. Häffely hat nun seitdem gefunden, daß es nicht nöthig ist, vorerst Bleioxyd-Natron darzustellen, sondern daß es genügt, die Natronlauge sogleich mit Bleiglätte und granulirtem Zinn zusammenzubringen und dieses Gemisch zu kochen, bis alles Zinn gelöst ist. Diese Flüssigkeit ist nach dem Klären sofort in der Zeugdruckerei anwendbar. Es ist dies das Präparat, welches der Verf. dem arsensäurehaltigen zinnsauren Natron vorzieht. Das ausgeschiedene Blei wird auf einer glühenden Eisenplatte getrocknet und oxydirt und von Neuem verwendet. So hat der Verf. 800 Kilogr. Bleiglätte 43 Mal verwendet, um im Ganzen 8892 Kilogr. Zinn in Zinnsäure überzuführen.

Wenn man die so erhaltene Lösung von zinnsaurem Natron bis zu 1,3 spec. Gew. abdampft, so scheiden sich während des Kochens perlmutterglänzende Krystalle aus, welche aus $NaO, SnO_2 + 3HO$ bestehen. Läßt man unter zeitweiligem Umrühren erkalten, so lösen sich diese Krystalle wieder auf und man erhält eine Flüssigkeit von 1,35 spec. Gew., aus welcher sich in der Ruhe Krystalle von $NaO, SnO_2 + 8HO$ absetzen. Aus der wässerigen Lösung dieser Krystalle schlägt sich nach einigen Wochen metazinnsaures Natron nieder. In der Wärme findet diese Zersetzung sogleich statt, indem metazinnsaures Natron als krystallinisches Pulver sich abscheidet. Es hat die Formel $NaO, Sn_5O_{10} + 8HO$.

A. Scheurer-Kestner[2]) analysirte mehrere Sorten zinnsauren

[1]) Wagners Jahresbericht 1861 p. 279.

[2]) Wagners Jahresbericht 1860 p. 281.

Natrons von verschiedener Bezugsquelle mit folgenden Resultaten (das Präparat wurde vor der Analyse behufs der Entwässerung geglüht):

Zinn	26,62	41,81	23,65	50,09
Sauerstoff	7,10	11,79	6,32	13,21
Natron	14,29	22,52	12,29	24,90
Natronhydrat	2,49	4,90	0,26	2,63
Chlornatrium	40,56	15,32	51,30	3,70
Schwefelsaures Natron .	8,51	3,40	6,07	5,18
Thonerde und Eisenoxyd .	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren
	99,56	99,74	99,80	99,71

Zinnsaures Kupferoxyd wird von Gentele als grüne Farbe empfohlen. Man stellt sie dar 1) durch Mischen von Kupfervitriol mit Zinnchlorid und Fällen mit Natronlauge; der grüne Niederschlag ist nur noch auszuwaschen und zu trocknen; 2) durch Fällen von zinnsaurem Natron mit Kupfervitriol, wobei ein rothgelber Niederschlag sich bildet, der beim Auswaschen und Trocknen grün wird. Fällt man Zinnchlorürlösung mit Kupfervitriol, so erhält man einen weißen Niederschlag von zinnsaurem Kupferoxydul, welcher nach und nach grün wird. Das neue Grün — Gentele's Grün — läßt sich nach dem Auswaschen mit Bremerblau noch ins Blaue nüanciren.

Antimonpräparate.

Antimonzinnober.

(Zu Seite 515.)

Dieses neue Farbematerial wird nach den Mittheilungen von E. Kopp mittelst unterschwefligsauren Kalkes (vergl. Bd. II, p. 748) auf folgende Weise dargestellt:

1. Herstellung des Antimonchlorids. Die Zersetzung des schwarzen Antimonsulfuretes durch Salzsäure bietet im Großen vielfache Schwierigkeiten dar. Man muß nämlich die Säure kochen lassen und das Schwefelantimon in großem Ueberfluß anwenden, um eine nicht zu saure und gehörig concentrirte Lösung zu erhalten. Das überschüssige Schwefelantimon bildet aber einen dichten Bodensatz, der nur schwierig in der Flüssigkeit zu zertheilen ist. Die Thongefäße, die hier nur angewendet werden können, zerbrechen leicht, und endlich ist das beim Kochen sich entwickelnde Gas (Schwefelwasserstoff und Salzsäure) sehr lästig, und doch ist es schwierig, diese Gase zu verdichten. Es ergab sich nun bei einer Reihe von Versuchen, bei denen sowol thönerne Gefäße, die in einem Sandbade oder

in einem Theerbade erhitzt wurden, als auch bleierne Gefäße angewendet wurden, daß man, statt das Schwefelantimon direct mit Salzsäure zu behandeln, entschieden leichter zum Ziele kommt, wenn man dasselbe vorher bei mäßiger Hitze in einem Luftstrom, welcher Wasserdampf enthält, röstet. Das Schwefelantimon verwandelt sich dabei größtentheils in Antimonoxyd. Die schweflige Säure, welche beim Rösten entsteht, wird zur Darstellung von unterschwefligsaurem Kalk benutzt. Das Antimonoxyd löst man nachher in gewöhnlicher Salzsäure auf, was ganz leicht von statten geht. Wenn beim Rösten des Schwefelantimons Antimonoxyd (eigentlich antimonsaures Antimonoxyd) sich gebildet hat, welches sich in Salzsäure nur schwierig löst, so macht man dasselbe dadurch zu Gute, daß man den Rückstand von der Behandlung mit Salzsäure sammelt, mit einer Lösung von Chlorcalcium oder unterschwefligsaurem Kalk, die das anhängende Antimonchlorid auflöst, wäscht und darauf nach dem Trocknen mit einer angemessenen Quantität Schwefelantimon und etwas gebranntem Kalk schmilzt, um Alles in sogenanntes Spießglanzglas zu verwandeln. Der Zusatz einer kleinen Menge Kalk hat dabei den Zweck, das Chlorantimon, welches dem Rückstande noch anhängen könnte, zu zersetzen.

2. Bereitung des unterschwefligsauren Kalkes. Dieses Salz bereitet man sehr wohlfeil, indem man schweflige Säure auf Schwefelcalcium, Mehrfach-Schwefelcalcium oder basisches Schwefelcalcium (Calciumoxysulfuret) wirken läßt. Die schweflige Säure erzeugt man durch Verbrennen von Schwefel oder Schwefelkies oder durch Rösten von Schwefelantimon. Das Mehrfach-Schwefelcalcium wird durch Kochen von fein zertheiltem Schwefel mit Kalkmilch dargestellt. Der so erhaltenen Lösung von Calciumpolysulfuret fügt man zweckmäßig eine gewisse Menge zu feinem Pulver zerriebenes Calciumoxysulfuret (Rückstand vom Auslaugen der rohen Soda) hinzu; hat man kein Calciumoxysulfuret, so wird statt dessen etwas Kalk zugesetzt.

Um die schweflige Säure auf das Gemenge von Schwefelcalcium und Calciumsulfuret wirken zu lassen, benutzt man den (Bd. II, p. 748) erwähnten Apparat. Die schweflige Säure macht zunächst den Schwefel frei und bildet schwefligsauren Kalk, welcher in Gegenwart dieses Schwefels und des noch nicht zersetzten Schwefelcalciums sich fast augenblicklich in unterschwefligsauren Kalk verwandelt. Die Reaction wird durch die in dem Apparat stattfindende Temperaturerhöhung befördert. Man untersucht die Flüssigkeit von Zeit zu Zeit, um zu sehen, ob sie noch alkalisch oder ob sie neutral oder sauer ist. Sobald sie schwach sauer geworden ist, läßt man sie aus dem Apparat in einen großen Behälter fließen, in welchem sie gewöhn-

lich von selbst neutral wird, indem sie noch etwas suspendirtes basisches Schwefelcalcium enthält, welches sich nach und nach auflöst. Sollte sie, nachdem man sie unter öfterem Umrühren einige Zeit hat stehen lassen, immer noch sauer sein, so fügt man etwas Schwefelcalcium hinzu, bis sie neutral geworden ist, was gewöhnlich durch Bildung eines schwarzen Niederschlags von Schwefeleisen sich zu erkennen giebt. Man läßt die Flüssigkeit einige Zeit lang stehen, damit die Unreinigkeiten sich zu Boden setzen, und zieht sie dann klar ab. Sie bildet eine fast reine Lösung von unterschwefligsaurem Kalk. Derselbe Behälter, welcher zur Bereitung dieser Lösung dient, kann auch für die nachher erwähnte Neutralisation der im Laufe der Fabrikation gewonnenen sauren Flüssigkeiten verwendet werden.

3. Bereitung des Antimonzinnobers. Der Antimonzinnober wird mittelst der in vorstehend beschriebener Weise dargestellten Lösungen von Antimonchlorid und unterschwefligsaurem Kalk dargestellt. Der dabei anzuwendende Apparat besteht aus mehreren hölzernen Kufen von 20 bis 30 Hectolitern Inhalt, die etwa 1 Meter über dem Fußboden aufgestellt sind. Diese Kufen sind mit der nöthigen Einrichtung versehen, damit ihr Inhalt durch Wasserdampf erhitzt werden könne; dies geschieht entweder durch ein kupfernes oder bleiernes Rohr, welches etwa 2 Decimeter über dem Boden der Kufe in dieselbe ausmündet, oder besser durch ein in der Kufe liegendes spiralförmiges Rohr, welches den Dampf nicht in die Kufe eintreten läßt, da in diesem Falle der Zutritt des Condensationswassers zu dem Inhalt der Kufe vermieden wird. Sobald der Dampf in dem Kessel eine Spannung von 2 bis 3 Atmosphären hat, füllt man die Kufen zu $^7/_8$ mit der Lösung von unterschwefligsaurem Kalk. In die erste Kufe gießt man sodann nach und nach Antimonchloridlösung, und zwar immer 2 bis 3 Liter auf einmal. Es bildet sich sofort ein weißer Niederschlag, welcher sich fast augenblicklich wieder auflöst. Wenn der Niederschlag sich trotz des Umrührens der Flüssigkeit nicht sogleich wieder auflöst, unterbricht man den Zusatz von Antimonchloridlösung, und man setzt von derselben überhaupt nur so viel zu, daß immer ein gewisser Ueberschuß von unterschwefligsaurem Kalk vorhanden bleibt. Die Flüssigkeit in der Kufe muß vollkommen klar erscheinen. Sollte nur im mindesten eine weiße Trübung darin sein, so müßte man noch etwas unterschwefligsauren Kalk zusetzen, um dieselbe zum Verschwinden zu bringen. Man läßt dann Dampf zutreten und erhöht dadurch nach und nach die Temperatur der Flüssigkeit auf 50 bis 60 oder sogar bis auf 70° C., indem man sie beständig umrührt. Die Reaction tritt nun alsbald ein; die Flüssigkeit färbt sich nach und nach strohgelb, darauf citronengelb, orange, nimmt dann eine röthlichorange Farbe an und wird endlich sehr lebhaft orangeroth. Wenn

dies der Fall ist, unterbricht man den Zutritt des Dampfes. Die in der Flüssigkeit, welche man fortwährend langsam umrührt, enthaltene Wärme genügt nun, um die Reaction zu beendigen und die Farbe ihre größte Lebhaftigkeit annehmen zu lassen. Wenn man das Erhitzen noch fortsetzte, würde die orangerothe Farbe nach und nach in reines Roth und dann in Carmoisinroth übergehen, welches immer dunkler wird, sich bräunen und zuletzt fast schwarz werden würde. Es ergiebt sich hieraus, daß man durch passende Regulirung der Temperatur verschiedene Nüancen der Farbe erhalten kann, und zwar alle Nüancen zwischen Orange und Schwarzbraun. Wenn die Farbe den gewünschten Ton erhalten hat, deckt man die Kufe zu und läßt den Niederschlag sich absetzen.

Wenn man mit Sorgfalt und mit den angemessenen Mengenverhältnissen von Chlorantimon und unterschwefligsaurem Kalk gearbeitet hat, klärt der Inhalt der Kufe sich sehr schnell. Der Niederschlag sammelt sich am Boden und bildet eine ziemlich dichte, obschon sehr fein zertheilte pulverige Masse. Man zieht die klare Flüssigkeit, welche stark nach schwefliger Säure riecht, von dem Niederschlag ab, wozu an der Kufe in verschiedener Höhe Hähne angebracht sind, und läßt sie durch bleierne Röhren oder in hölzernen Rinnen in ein Reservoir fließen. In dieses Reservoir hat man vorher eine gewisse Quantität einer Mischung von Calciumoxysulfuret und Schwefelcalciumlösung gegossen. Indem die mit schwefliger Säure beladene Flüssigkeit dazu kommt, entsteht sogleich wieder unterschwefligsaurer Kalk, wodurch die schweflige Säure wieder gebunden wird.

Da das Antimonchlorid immer ziemlich viel Eisenchlorid enthält, so ist es leicht, diese letztere Operation zu reguliren. Da nämlich alles Eisen in der von dem Antimonzinnober abgezogenen Flüssigkeit aufgelöst bleibt, so entsteht in dieser, wenn sie mit dem Schwefelcalcium in Berührung kommt, ein schwarzer Niederschlag von Schwefeleisen. So lange dieser Niederschlag in der Flüssigkeit des Reservoirs bleibt und sich nicht wieder auflöst, ist die die schweflige Säure enthaltende Flüssigkeit nicht im Ueberschuß hinzugekommen; sobald dagegen ein Ueberschuß dieser Flüssigkeit vorhanden ist, verschwindet der Niederschlag von Schwefeleisen, indem unterschwefligsaures Eisenoxydul entsteht. Man rührt dann den Inhalt des Reservoirs um und fügt nach Bedarf noch Schwefelcalcium hinzu, bis der schwarze Niederschlag von Schwefeleisen wieder bleibend zum Vorschein kommt. Man muß es so abzupassen suchen, daß eine gewisse Menge unterschwefligsaures Eisenoxydul in Lösung bleibt, andererseits aber auch Schwefeleisen in der Flüssigkeit suspendirt ist, was beim Operiren im Großen leicht erreicht werden kann. Man läßt den Niederschlag von Schwefeleisen zuletzt sich zu Boden setzen

und zieht die klare Flüssigkeit von demselben ab. Diese Flüssigkeit ist eine ganz neutrale Lösung von unterschwefligsaurem Kalk, welche außerdem eine gewisse Menge Chlorcalcium und unterschwefligsaures Eisenoxydul enthält. Man muß bei dieser Wiedererzeugung von unterschwefligsaurem Kalk sich hüten, einen Ueberschuß von Schwefelcalcium anzuwenden. Dieses würde nämlich, in der Lösung bleibend, durch Bildung von gewöhnlichem orangegelben Schwefelantimon (Kermes), welches seine Farbe nicht weiter ändert, also dem Antimonzinnober beigemischt bleiben würde, die Farbe desselben verschlechtern. Wenn also die Lösung von unterschwefligsaurem Kalk gelblich und alkalisch wäre, so müßte man ihr noch schweflige Säure zusetzen, so daß alles Schwefelcalcium zersetzt und die Flüssigkeit vollkommen neutral gemacht würde.

Diese Lösung von unterschwefligsaurem Kalk dient wie die erste zur Erzeugung einer ferneren Quantität von Antimonzinnober. Die von dieser zweiten Portion Antimonzinnober abgezogene, mit schwefliger Säure beladene Flüssigkeit wird wieder in dem Reservoir mit Calciumsulfuret und -Oxysulfuret neutralisirt und dadurch wieder in unterschwefligsauren Kalk verwandelt. In dieser Weise wird fortgefahren, bis die Flüssigkeit so viel Chlorcalcium enthält, daß sie weggegossen oder zu einem anderen Zwecke verwendet werden muß. Dies ist aber erst nach 25 bis 30 Operationen der Fall. Man könnte aber auch die zuletzt in der Flüssigkeit enthaltene schweflige Säure noch gewinnen, indem man dieselbe mit Kalkmilch vermischte. Dabei würde schwefligsaurer Kalk nebst Eisenoxyd niedergeschlagen. Den Niederschlag würde man mit Schwefelcalcium und schwefliger Säure behandeln, wodurch wieder unterschwefligsaurer Kalk und unterschwefligsaures Eisenoxydul entstände. Sollte die Quantität des aufgelösten Eisens zu groß werden, so würde man dasselbe durch Zusatz von Kalkmilch niederschlagen.

Man läßt hierauf den am Boden der ersten Kufe abgeschiedenen Antimonzinnober durch eine an dem niedrigsten Punkte des schrägen Bodens seitlich in der Kufe befindliche Oeffnung ausfließen und in ein konisches Filter von Leinwand oder starken Kattun gelangen, wo die Flüssigkeit davon abtropft. Diese Flüssigkeit läßt man zur Benutzung der darin enthaltenen schwefligen Säure in das vorerwähnte Reservoir fließen. Die Kufe wird dann mit lauwarmem Wasser ausgespült, welches Wasser man ebenfalls in das Filter gießt. Zuletzt wird der Niederschlag von Antimonzinnober weiter ausgewaschen. Dieses Auswaschen muß mit großer Sorgfalt geschehen und es ist fast unerläßlich, den auf dem Filter gesammelten Niederschlag wieder in einer großen Menge Wasser zu zertheilen, ihn sich absetzen zu lassen, das Wasser abzuzapfen und dieses Auswaschen durch Decantiren mehrere

Male zu wiederholen, worauf der Niederschlag wieder auf dem Filter gesammelt wird. Man trocknet ihn zuletzt bei gewöhnlicher Temperatur oder in einem nicht über 50 bis 60° C. erwärmten Raume. Während der in der ersten Kufe gebildete Niederschlag von Antimonzinnober sich absetzt, führt man eine gleiche Operation in der zweiten und dann in der dritten Kufe aus. Während dieser Zeit ist die erste Kufe geleert und die aus derselben abgelassene Flüssigkeit in dem Reservoir wieder in eine Lösung von unterschwefligsaurem Kalk verwandelt worden. Man bringt dann diese Flüssigkeit wieder in die erste Kufe und führt hier mit derselben eine neue Operation aus u. s. w.

4. Eigenschaften des Antimonzinnobers. Der Antimonzinnober bildet ein sehr feines, geruch- und geschmackloses, in Wasser, Alkohol und Oelen unlösliches Pulver, welches von schwachen Säuren und selbst von starken Säuren, wenn dieselben mit dem mehrfachen Volumen Wasser vermischt sind, wenig angegriffen wird. Der Antimonzinnober widersteht den starken Säuren besser als das gewöhnliche Schwefelantimon. Durch concentrirte Salzsäure wird er unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff in Antimonchlorid verwandelt. Salpetersäure oxydirt ihn zu Schwefelsäure und Antimonsäure. Ammoniak und kohlensaure Alkalien üben auf den Antimonzinnober nur geringe Wirkung aus. Kaustische Alkalien, Aetzbaryt oder Aetzkalk wirken dagegen sehr energisch auf ihn und zerstören die Farbe. Man kann daher den Antimonzinnober zu Farben, die eine alkalische Beschaffenheit haben, nicht anwenden. Er verträgt andererseits auch nicht den Einfluß einer höheren Temperatur, indem er sich dabei schwärzen würde. Wenn man ihn sehr stark erhitzt, so schmilzt er und geht in Kermes über.

Der Antimonzinnober ist ein undurchsichtiger Farbstoff, welcher, wenn man ihn mit Wasser oder mit gummigen oder schleimigen Stoffen vermischt, wenig Glanz und Lebhaftigkeit zeigt. Wenn man ihn dagegen mit Oelen oder Firnissen zusammenreibt, so giebt er eine Farbe von vieler Lebhaftigkeit, die sich leicht ausbreiten läßt und sehr gut trocknet. In dieser Beziehung übertrifft der Antimonzinnober die Mennige, das Chromroth und den gewöhnlichen Zinnober. Wenn er gut bereitet ist, liefert er als Oelfarbe vielleicht das reinste Roth, d. h. ein Roth, welches weder in Orange, noch in Rosa, noch in Carmoisin nüancirt. Die Farbe verändert sich im Lichte und an der Luft nicht und läßt sich mit Bleiweiß gemengt anwenden. Der Antimonzinnober befördert das Trocknen des Oelfirniß nicht, verzögert es indessen auch nicht merklich.

Antimonoxyd. Das Antimonoxyd ist schon öfters als Antimonweiß *(Blanc d'antimoine)* anstatt des Bleiweißes anzuwenden vorgeschlagen worden, so von Guyton de Morveau und von de Ruolz,

ohne daß es gelungen wäre, das Antimonoxyd in die Praxis einzuführen. Neuerdings macht Franceschi[1]) von Neuem darauf aufmerksam. Er stellt es dar, indem er das metallische Antimon in einem Luftstrom glüht und dadurch verbrennt; das sich bildende Oxyd wird genau so wie bei der Zinkfabrikation in Kammern aufgefangen. Keßler röstet das Schwefelantimon mit Kochsalz; man erhält dadurch, wie es scheint, Glaubersalz. Hallett[2]) stellt das Antimonoxyd aus dem natürlichen Oxyde dar, das sich in großer Menge auf Borneo findet. Zuerst wird das Erz calcinirt. Nach dem Calciniren wird die geröstete Masse in ein unfühlbares Pulver verwandelt, das nach dem Trocknen als Farbe verwendet wird. Das Antimonoxyd ist an der Luft unveränderlich, deckt als Oelfarbe ebenso gut wie Bleiweiß und erleidet durch Schwefelwasserstoff keine Veränderung. Um eine gelbe Mineralfarbe darzustellen, vermengt man 8 Th. natürliches Antimonoxyd oder nach dem beschriebenen Verfahren dargestellte antimonige Säure mit 3 Th. Mennige oder Bleiglätte und 1 Th. Zinkoxyd. Nachdem diese Substanzen im Zustande eines feinen Pulvers innig gemengt worden sind, werden sie in Tiegeln oder Muffeln bei der Rothgluth calcinirt, bis eine Verbindung bewerkstelligt und das gelbe Pigment erzeugt ist. Die Masse wird alsdann in ein feines Pulver verwandelt, welches, mit Leinöl oder Firniß abgerieben, als Anstrichfarbe dient. Dem erwähnten Gemenge kann man auch ungefähr 4 Th. Kochsalz zusetzen, in diesem Falle muß aber das calcinirte Product gewaschen werden. Indem man das angegebene Verhältniß der Gemengtheile in nachstehender Weise abändert, erhält man Neapelgelb (antimonsaures Bleioxyd) von verschiedenen Nüancen.

	1.		2.
Antimonige Säure	4 Th.	Antimonige Säure	1 Th.
Bleioxyd	2 „	Bleioxyd	2 „
Zinkoxyd	1 „	Zinkoxyd	1 „
	3.		4.
Antimonige Säure	3 Th.	Antimonige Säure	1 Th.
Bleioxyd	3 „	Bleioxyd	1 „
Zinkoxyd	1 „	Zinkoxyd	1 „
	5.		6.
Antimonige Säure	1 Th.	Antimonige Säure	2 Th.
Bleioxyd	1 „	Bleioxyd	1 „

[1]) Wagners Jahresbericht 1859 p. 251.

[2]) Wagners Jahresbericht 1861 p. 273.

Neapelgelb.
(Zu Seite 517.)

stellt man außer nach vorstehender Vorschrift nach A. Dick[1]) als Nebenproduct beim Weichmachen des Bleies dar. Indem man das Blei in einem Flammenofen erhitzt, oxydirt sich das Antimon und Arsen nebst einem Theile des Bleies und bildet auf der Oberfläche des Bleies eine Oxydmasse, die gemahlen und dann in einem Flammenofen calcinirt wird. Während der letzten Periode des Calcinirens setzt man zu der Masse Kochsalz und erhitzt bis zum Rothglühen. Nach dem Calciniren wird die Masse mit Wasser gewaschen und darauf gemahlen.

Arsenpräparate.

Arsensäure.
(Zu Seite 518.)

A. Streng[2]) stellte Versuche an über die zweckmäßigste Methode der Bereitung von saurem arsensaurem Natron (zur Verwendung in den Färbereien und Zeugdruckereien als Kuhkothsalz). Es ergaben sich folgende Resultate: 1) Die arsenige Säure wird durch Schmelzen mit Natronsalpeter nie ganz vollständig in Arsensäure verwandelt. 2) Der Gehalt an arseniger Säure ist um so geringer, je länger die Masse geglüht wird. In England soll bei der Fabrikation des arsensauren Natrons im Großen bei 40 Pfd. der Mischung das Glühen 12 bis 18 Stunden dauern. Bei den vorstehenden Versuchen konnte diese Operation niemals so lange fortgesetzt werden, weil die hierzu verwendeten hessischen Tiegel stets nach 6—8stündigem Glühen anfingen zu reißen. Die Verminderung des Gehaltes an arseniger Säure durch längeres Glühen hatte ihren Grund entweder in der oxydirenden Wirkung der Luft, oder, wenn die Temperatur ziemlich hoch ist, vielleicht auch darin, daß die arsenige Säure sich in metallisches Arsenik und in Arsensäure zerlegt. ($5 AsO_3 = 2 As + 3 AsO_5$.) Doch ist dieser Vorgang unwahrscheinlich. 3) Wendet man die theoretisch berechneten Mengenverhältnisse der Rohproducte an, so wird theils durch Verflüchtigung der arsenigen Säure, theils dadurch, daß nicht alle arsenige Säure in Arsensäure verwandelt wird, die Menge des letzteren kleiner ausfallen müssen, als es die Rechnung verlangt. Nimmt man, um den Rest der arsenigen Säure zu oxydiren, eine kleine Menge salpetersaures Natron mehr als es die Theorie verlangt, so wird der angegebene Zweck nicht vollständig erreicht und es wird zugleich die Menge des Natrons vermehrt. Nimmt man mehr arsenige

[1]) Wagners Jahresbericht 1859 p. 250.

[2]) Wagners Jahresbericht 1861 p. 274.

Säure, als der Theorie entspricht, so ist auch das Product etwas reicher an arseniger Säure. Das erhaltene Product wird aber der theoretischen Zusammensetzung weit näher stehen. 4) Diejenigen Schmelzproducte, welche verhältnißmäßig reich sind an arseniger Säure, haben die Eigenschaft, an der Luft Wasser anzuziehen und zu einem zähen Breie zu zerfließen, was bei den an diesem Körper armen Producten nicht vorkommt. 5) Läßt man die schmelzende Masse rasch erkalten, so erhält man eine amorphe, halb glas-, halb porcellanartige Masse; bei langsamem Erkalten wird aber das Product immer krystallinisch. Wenn man saures arsensaures Natron im Großen darstellen will, so muß man auf 30 Gewichtsth. Natronsalpeter etwa 36 bis 37 Gewichtsth. arsenige Säure nehmen, im Anfange nur schwach erhitzen, nach Verlauf von 6—9 Stunden die Temperatur steigern, den ganzen Proceß 12—18 Stunden andauern lassen, während dieser Operation für hinreichenden Sauerstoffzutritt sorgen und endlich die Masse langsam erkalten lassen. Das auf solche Weise erhaltene Product wird zwar nicht vollständig der theoretischen Zusammensetzung des einbasisch arsensauren Natrons entsprechen, es wird aber mit dem im Handel vorkommenden Salze übereinstimmen.

Uranpräparate.

Das Uranoxyd [1]), welches gegenwärtig zur Herstellung eines gelbgrüngefärbten Glases in großer Menge Anwendung findet, läßt sich auf verschiedene Weise im Großen darstellen. Nach Patera bildet man durch Glühen der fein gepulverten Pechblende mit Kalk Uranoxydkalk, behandelt diesen mit Schwefelsäure, kocht die so erhaltene Lösung behufs der Reduction des Uranoxydes zu Oxyd mit metallischem Eisen, fällt hierauf durch starke Verdünnung mit Wasser aus der Lösung basisch-schwefelsaures Uranoxydul, aus welchem man die anderen Uranverbindungen darstellt. Später wurde der mit Kalk aufgeschlossenen Pechblende durch Schwefelsäure, die mit etwas Salpetersäure versetzt war, das Uranoxyd entzogen und diese noch unreine Lösung mit überschüssiger Soda zersetzt und so kohlensaures Uranoxyd-Natron gebildet, aus welchem man mittelst Schwefelsäure Uranoxyd-Natron niederschlug und als Urangelb in den Handel brachte. Das so erhaltene Product war jedoch im Handel nicht beliebt. Ein besseres Resultat giebt die von Anthon vorgeschlagene Methode, nach welcher man die fein gepulverte Pechblende mit Wasser zu einem Brei anrührt und denselben mit einer Mischung von gleichen Theilen Salpetersäure und Salzsäure behandelt so lange als noch Einwirkung stattfindet. Hierauf wird die Masse in mäßiger

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1858 p. 238; 1859 p. 257; 1860 p. 259.

Wärme eingetrocknet, dann mit Wasser ausgezogen und die Lösung mit Soda schwach übersättigt. Aus der so erhaltenen Lösung erhält man durch Abdampfen Krystalle von kohlensaurem Uranoxyd-Natron. Die Krystalle werden in Wasser gelöst und unter Kochen mit Salmiak oder schwefelsaurem Ammoniak versetzt. Hierdurch findet die Fällung von schönem, sattgelbem, ammoniakhaltigem Uranoxyd statt, welches gesammelt, gewaschen und getrocknet wird.

Steinkohle.

(Zu Seite 686.)

In Bezug auf die Ermittelung der Heizkraft der Steinkohlen ist die im Jahre 1859 erschienene Arbeit E. Hartig's über die Steinkohlen Sachsens von großem Interesse. Die Methode der Versuche war wesentlich übereinstimmend mit der von Playfair, Johnson und Brix angewendeten und hat nur aus dem Grunde einige Modificationen erfahren müssen, weil für die sächsische Untersuchung nicht wie für die Arbeiten der Genannten eine besondere Kesselanlage errichtet, sondern eine bereits vorhandene und in Thätigkeit befindliche in Benutzung genommen wurde. Der während der Versuche erzeugte Dampf entwich daher nicht in die freie Luft, sondern diente zum Betrieb einer Hochdruckdampfmaschine; hierdurch war es ohne Erhöhung des Aufwandes möglich, die zu prüfenden Kohlen in beträchtlichen Quantitäten zu verwenden. Bei Johnson betrug die zu einem Versuche verwendete Kohlenmenge 700 — 1600 Pfund, bei Brix 400 — 1000 Pfund, bei de la Beche und Playfair 200 — 400, bei den Versuchen Hartig's in der Regel nahe 3000 Pfund oder mehr. Ferner war es durch die von dem Kessel geforderte Leistung bedingt, daß in demselben weit stärker gefeuert werden mußte, als bei den Untersuchungen der Genannten geschehen ist. Die in einer Stunde und auf einem Quadratfuß Rostfläche verbrannte Kohlenmenge betrug bei Johnson 3,5 bis 8,6 Pfund, bei Brix 3,4 bis 9,4, bei den sächsischen Versuchen aber 7,3 bis 16,6 Pfund. Bezieht man die verbrannte Kohlenmenge auf die Heizfläche, so kommen bei Johnson und Brix stündlich auf 10 Quadratfuß Heizfläche 2 bis 4 Pfund Kohle, bei Hartig 3,4 bis 6,6 Pfund. Es verdient bemerkt zu werden, daß in dieser Beziehung die Versuche des Letzteren den in der gewöhnlichen Praxis zu findenden Verhältnissen weit näher kommen, als die Arbeiten von Johnson u. s. w. Eine unmittelbare Folge dieser Abweichung war es, daß die abziehenden Verbrennungsgase mit ziemlich hoher Temperatur in den Schornstein traten; während dieselbe bei Brix sich nur zwischen 100 und 200° C. bewegte, fiel sie bei der sächsischen Unter-

suchung mit wenig Ausnahmen zwischen 200 und 300 Grad. Eine fernere Abänderung des Johnson'schen Verfahrens bezieht sich auf den Anfang und Schluß der Versuche. Es ist eine Hauptschwierigkeit bei allen im Großen ausgeführten Verdampfungsversuchen, die Wassermenge mit voller Sicherheit abzugrenzen, welche durch ein bestimmtes Kohlenquantum wirklich in Dampf verwandelt worden ist. Johnson und Andere legten zu diesem Zweck den Anfang und Schluß der Versuche auf eine Zeit, wo der Kessel so weit abgekühlt war, daß gar keine Dampfentwickelung stattfand; ein Versuch, der früh begann, wurde zwar Abends abgebrochen, aber die eigentlichen Schlußbeobachtungen wurden erst am darauf folgenden Morgen angestellt, nachdem der Kessel wieder ungefähr so weit abgekühlt war, wie beim Beginn; hierdurch erhielten namentlich die Ablesungen des Wasserstandes und der Temperatur im Kessel die wünschenswerthe Sicherheit. Auf diesen Vortheil mußte bei den sächsischen Versuchen Verzicht geleistet werden. Der Versuch wurde so geleitet, daß am Schlusse dieselbe Dampfspannung, dieselbe Temperatur des Kesselwassers und derselbe Wasserstand im Kessel vorhanden war, wie beim Beginn. Die Quantitäten der während einer so begrenzten Periode verbrannten Kohle und des verdampften Wassers bildeten die Unterlagen für Berechnung der nutzbaren Verdampfungskraft der betreffenden Kohlensorte. Am Schlusse jedes solchen Versuchs bestimmte man Gewicht und Volumen der auf dem Roste entstandenen Schlacken und der durch denselben gefallenen Asche.

Als Einheit für das Maß der Verdampfungskraft der verschiedenen Kohlen wird in der vorliegenden Untersuchung die Wärmemenge angesehen, welche erforderlich ist, um ein Pfund Wasser von 0° in gesättigten Dampf von 150° C. zu verwandeln. Diese Wärmemenge beträgt nach der Regnault'schen Formel 652 W.-E. Die den Brix'schen Versuchen zu Grunde liegende Einheit betrug wegen einer anderen Temperatur des Dampfes 641 W.-E., die bei den Versuchen von Johnson wegen höherer Temperatur des verdampften Wassers 540 W.-E., wonach die Resultate der verschiedenen Experimentatoren auf einander zu reduciren sind.

Das Messen der Kohlen erfolgte mit Hilfe der für Sachsen gesetzlich vorgeschriebenen Maßgefäße eines Scheffels [1]); dieselben wurden stets nur bis zum Rande, also ohne Haufen gefüllt. Nach einer großen Anzahl von Einzelwägungen ergaben sich für das mittlere Gewicht eines Scheffels in großen Stücken für diejenigen Kohlen, welche überhaupt in großen Stücken geliefert wurden, Zahlen, nach welchen man für das Gewicht

[1]) 1 Dresdner Scheffel = 103,9 Liter.

eines Scheffels in kleinen Stücken folgende abgerundete Zahlen annehmen kann:

1. Steinkohle aus Flöha	198	Pfund
2. Steinkohle aus den Plauenschen Formationen	178	"
3. Steinkohle der Zwickauer F.	152	"
4. Braunkohle aus Böhmen	143	"

E. Hartig vergleicht die Ergebnisse mit den Beobachtungen von Johnson, Playfair und Brix über denselben Gegenstand. Reducirt man die letzteren auf sächsisches Maß und Gewicht, so ergeben sich für das Gewicht eines sächsischen Scheffels die folgenden Extreme und Mittelwerthe:

	Kleinstes	Mittleres	Größtes
	Gewicht eines Scheffels.		
Amerikanische Kohlen	150,0	170,5	186,9
Englische "	165,6	184,9	220,0
Preußische "	144,1	164,9	187,4
Sächsische "	140,3	173,6	197,6

Nimmt man von den 4 mittleren Gewichten das arithmetische Mittel, so ergiebt sich 173,5, also nahe dieselbe Zahl, wie für das durchschnittliche Gewicht der sächsischen Kohlen allein.

Ergebnisse über die Verdampfungskraft der Kohlen. Die Verdampfungskraft der Steinkohlen bildet für eine technische Untersuchung derselben den wichtigsten Gesichtspunkt. Soweit dieselbe von der Kohle überhaupt abhängt, erscheint sie als Ausdruck von folgenden drei Factoren:

1) Gehalt an hygroskopischem Wasser,
2) Gehalt an unverbrennlichen Theilen,
3) Zusammensetzung der organischen Substanz.

Der Einfluß der ersten beiden ist aus theoretischen Gründen und durch die Erfahrung als unzweifelhaft festgestellt zu betrachten und läßt sich mit Sicherheit angeben. Man kann also aus den unmittelbaren Ergebnissen der Verbrennungsversuche durch eine einfache Rechnung diese beiden Factoren eliminiren und wird in den resultirenden Zahlen den Einfluß des dritten Factors zu erkennen haben. Diese Bemerkung bezeichnet den im Folgenden von Hartig eingeschlagenen Weg.

1. Der Wassergehalt. Obgleich im Allgemeinen das hygroskopische Wasser bei den Steinkohlen in geringerem Betrage auftritt, als bei einigen anderen Brennstoffen, wie Holz, Torf u. s. w., so ist doch seine schädliche Einwirkung auf die nutzbare Verdampfungskraft auch hier nicht zu über-

sehen; diese Einwirkung ist eine doppelte, dafern das Wasser zur Wärmeerzeugung nicht nur nicht beiträgt, sondern zu seiner eigenen Verdampfung noch Wärme in Anspruch nimmt; während ein Aschengehalt von 10 Proc. z. B. die Verdampfungskraft einer Kohle eben nur um 10 Proc. herabzieht, wird dieselbe bei einem gleich hohen Wassergehalt um 11—12 Proc. verringert.

Die durch den Versuch gefundenen Zahlen vergleicht Hartig mit den Beobachtungen von Johnson, Playfair und Brix. Die Vergleichung führt zu folgender Tabelle.

	Kleinster	Mittlerer	Größter
	Wassergehalt in Proc.		
Amerikanische Steinkohlen	0,00	1,39	3,12
Englische „	0,61	3,37	9,31
Preußische „	1	3	7
Sächsische „	4,09	10,83	19,96

2. Gehalt an unverbrennbaren Theilen. Es ist hier zunächst auf einen Unterschied aufmerksam zu machen, welcher bei den bisherigen Untersuchungen über Brennstoffe nicht genügend hervorgehoben worden ist. Den Begriff „unverbrennbare Theile" hat man nämlich in doppeltem Sinne zu verstehen, in einem theoretischen und einem praktischen; im ersteren bezeichnet er den eigentlichen Aschengehalt, d. h. die Summe der absolut unbrennbaren Theile, die man z. B. erhält, wenn man die Kohle in einer Muffel oder in einem Strome von Sauerstoffgas vollständig einäschert, im letzten aber die Menge der sämmtlichen Rückstände, welche bei der praktischen Verwendung der Kohlen, z. B. in einer Kesselanlage, sich der Verbrennung entziehen, also Schlacken, Asche, Flugasche. Während die erste Bedeutung die bei rein wissenschaftlichen Untersuchungen allein mögliche ist, wird die zweite praktische Auffassung bei einer technischen Untersuchung von Brennstoffen vorzüglich ins Auge zu fassen sein.

Die Menge der unverbrennlichen Theile, der praktische Aschengehalt — ist bei den sächsischen Steinkohlen verhältnißmäßig sehr groß, wie man aus der folgenden Vergleichung mit den Angaben von Johnson, Playfair und Brix über die Kohlen anderer Länder ersehen kann.

	Unverbrennliche Rückstände in Proc. der rohen Kohle		
	Niedrigster	Mittlerer	Höchster
	Werth		
Amerikanische Steinkohlen	5,0	10,3	18,5
Englische „	2,9	7,8	27,7
Preußische „	1,5	4,8	11,6
Sächsische „	7,4	25,5	63,4

3. Die verbrennliche Substanz. Hartig hat im Vorstehenden zwei Elemente besprochen und ihren Betrag bei den verschiedenen Kohlen angegeben, deren Einfluß auf den Heizwerth der letzteren ein negativer ist; die verbrennliche Substanz bildet das positive Element; es begründet überhaupt erst diesen Werth. Nach dem oben Gesagten versteht es sich von selbst, daß hier der Ausdruck „verbrennliche Substanz" auch nicht im absoluten, sondern in einem entsprechenden praktischen Sinne zu nehmen ist: er bezeichnet den Theil der Kohle, welcher in einer Feuerungsanlage wirklich verbrennt und — insofern er nicht als Rauch fortgeht — Wärme erzeugt. Der Betrag desselben wird sich also durch Abzug des hygroskopischen Wassers und der unverbrennlichen Rückstände ergeben. Da der Einfluß dieser beiden Factoren auf den Heizwerth einer sicheren Bestimmung unterliegt, so werden sich die Verschiedenheiten, welche die Verbrennungsversuche in Beziehung auf denselben für die geprüften Kohlen ergeben haben, auf die verbrennliche Substanz zurückführen lassen; die Beurtheilung dieser Verschiedenheiten wird dadurch eine möglichst übersichtliche werden. Man kann also, um es kurz zu sagen, für jede Kohle berechnen: die nutzbare Verdampfungskraft für 1 Pfund der verbrennlichen Substanz.

Aus den angestellten Versuchen ergiebt sich, daß die nutzbare Verdampfungskraft für 1 Pfund der verbrennlichen Substanz bei sämmtlichen Kohlen der Zwickauer und Plauen'schen Formation nur zwischen den Grenzen 8,04 und 8,30, also um 0,26 Pfund, verschieden ist, — eine Abweichung, welche die bei Versuchen mit einer und derselben Kohle vorkommenden Verschiedenheiten nicht übersteigt, — und daß sie im Mittel zu 8,20 gerechnet werden kann. Dies ist ein sehr beachtenswerthes Resultat, denn es setzt den Kohlenconsumenten selbst in den Stand, lediglich durch eine unschwer auszuführende Wasser- und Aschenbestimmung den Verdampfungswerth verschiedener Kohlen zu vergleichen.

Nutzbare Verdampfungskraft der rohen Kohle. Von großem Interesse ist es, die verschiedenen Kohlen in dem Zustande zu vergleichen, wie sie durchschnittlich in den Verkehr kommen, d. h. mit Zugrundelegung derjenigen Zahlen für den mittleren Wassergehalt, für welche sich Hartig oben entschieden hat. Dann findet sich für die Hauptkohlensorten:

Rang		Nutzbare Verdampfungskraft für 1 Pfund der rohen Kohle (Pfd. Dampf aus Wasser v. 0°)	Relativer Werth
1.	Rußkohle von Würschnitz . . .	6,57	1,000
2.	Pechkohle von Würschnitz . . .	6,55	0,997
3.	Pechkohle von Zwickau . . .	6,45	0,982

Rang		Nutzbare Verdampfungskraft für 1 Pfund der rohen Kohle (Pfd. Dampf aus Wasser v. 0°)	Relativer Werth
4.	Rußkohle von Zwickau . . .	6,44	0,980
5.	Weiche Schieferkohle, Pl. F. . .	6,13	0,933
6.	Mittelkohle	5,75	0,875
7.	Schwarzharte Schieferkohle . .	5,40	0,822
8.	Waschkohle von Würschnitz . .	5,32	0,810
9.	Kohlengrus von Würschnitz . .	5,12	0,779
10.	Böhmische Braunkohle	4,03	0,613
11.	Kalkschieferkohle, Pl. F. . . .	3,77	0,574
12.	Kohle von Flöha	2,53	0,385

Hartig richtet ferner seine Aufmerksamkeit auf den Zusammenhang zwischen der theoretischen und wirklich nutzbaren Verdampfungskraft der untersuchten Kohlen. Es ergab sich bei der Vergleichung als

	Verhältniß der theoretischen zur nutzbaren Verdampfungskraft:
Pechkohle von Zwickau	0,66
Rußkohle von Zwickau	0,70
Pechkohle von Würschnitz	0,67
Rußkohle von Würschnitz	0,71
Waschkohle von Würschnitz	0,65
Kohlengrus	0,66
Weiche Schieferkohle, Pl. F.	0,65
Mittelkohle	0,71
Schwarzharte Schieferkohle	0,71
Kalkschieferkohle	0,61
Böhmische Braunkohle	0,58

Es berechnet sich somit als Mittelwerth für das Verhältniß der theoretischen zur nutzbaren Verdampfungskraft die Zahl 0,67. Es findet sonach auch durch die vorliegenden Versuche die von Stein ausgesprochene Ansicht ihre Bestätigung,

> daß die praktische Nutzleistung der Steinkohlen zu $^2/_3$ der aus der chemischen Zusammensetzung berechneten angenommen werden kann.

Dieses Resultat steht mit den Ergebnissen von Johnson, Playfair und Brix in naher Uebereinstimmung. Es findet also bei den besteingerichteten Kesselanlagen und bei der möglichst zweckmäßigen Verbrennung der Kohlen ein durchschnittlicher Verlust an Heizeffect von $33^1/_3$ Proc. statt.

Einen Theil dieses Verlustes haben wir oben in den brennbaren Theilen der Rückstände kennen gelernt, einen andern und zwar den allergrößten Theil repräsentirt die Wärmemenge, welche von den abziehenden Feuergasen in den Schornstein geführt wird.

Künstliche Brennstoffe.

(Zu Seite 705.)

Die Fabrikation der Kohleziegel oder Briquettes[1]) hat seit etwa fünf Jahren große Dimensionen angenommen. Schon längst war man bemüht, die kostspielige Koksfeuerung bei den Locomotiven durch Steinkohlenfeuerung zu ersetzen, namentlich gingen die Bestrebungen dahin, das sogenannte Kohlenklein (Brockenkohle, Kohlengrus) zu verwenden, da diese weit billiger zu haben ist als die Stückkohle und grobe Kohle, welche zu gewissen technischen Zwecken bis jetzt noch unentbehrlich erscheint und deshalb weit höher im Preise steht als jene. Während es gelungen ist, die kleine Steinkohle auf dazu geeigneten Feuerungsvorrichtungen (Treppenrosten ꝛc.) bei stehenden Dampfkesseln ꝛc. nutzbar zu machen, sind Versuche der Art bei Locomotiven nicht von günstigem Erfolge begleitet gewesen. Glücklicher ist man in einer Agglomerirung der Guskohle mit einem Bindemittel zu festen Massen, in der Form von Steinen, Kohleziegeln oder Briquetten gewesen. Schon im Jahre 1843 sind u. a. in Frankreich umfassende Versuche zu dem Ende angestellt worden, deren Resultate Veranlassung zu der Gründung der Briquettefabriken von Givors und Chazotte gegeben haben. Dieselben haben in neuerer Zeit Nachahmung in Belgien gefunden, und zwar zu Montigny sur Sambre bei Charleroi, zu Gosselies in der Umgegend von Charleroi, auf der Grube Sarts-au-Cerleur bei Jemappes in der Nähe von Lüttich ꝛc. ꝛc. Das auf dem letztgenannten neuesten Etablissement eingeführte, im Folgenden beschriebene Verfahren, wird für das zweckmäßigste gehalten. Es verdient hier bemerkt zu werden, daß die belgischen Staatseisenbahnen fast die Hälfte ihres Bedarfs an Brennmaterial durch solche Kohleziegel decken, die namentlich bei den Güterzügen ausschließlich verwendet werden.

Unter den Destillationsproducten der Steinkohle befindet sich ein fester Theer (Steinkohlenpech, Asphalt, *brai sec*), welcher als Bindemittel zur Herstellung der Briquettes besonders sich eignet, weil er einmal in der Sonnenhitze nicht erweicht und dann beim Verbrennen nur eine sehr

---

[1]) Sehr zu empfehlen ist Th. Oppler's Buch über die Fabrikation der künstlichen Brennstoffe, insbesondere der gepreßten Kohleziegel, Berlin 1864; J. Springer. Vergleiche auch Dictionnaire de chimie industrielle, Paris 1862, Tome II, p. 25.

geringe Menge jener flüchtigen Kohlenwasserstoffe erzeugt, welche ihres unangenehmen Geruchs wegen den auf und bei den Eisenbahnen befindlichen Personen sehr lästig sind. Dieses Steinkohlenpech wird von England in einem gleich brauchbaren, von flüssigen Substanzen hinreichend reinen Zustande geliefert, während das in Frankreich und Belgien erzeugte noch so viele flüchtige Oele ꝛc. enthält, daß es vor der Verwendung durch eine besondere Destillation davon befreit werden muß, oder aber solche aus den fertigen Kohleziegeln in besonderen Darröfen ausgetrieben werden müssen. Die bei der Destillation des Pechs entweichenden Producte werden meistens zur Darstellung von Kohlenschwärze benutzt.

In dem Etablissement der Grube Sarts-au-Cerleur werden die Gruskohlen so zähe zerquetscht, daß sie Räder mit Sieben von 7 Millim. weiten Oeffnungen passiren, und dann auf Setzsieben so rein gewaschen, daß ihr Aschengehalt auf 7 Proc. reducirt wird. Die nun erfolgende Trocknung wird in zwei 18 Meter langen und 1 Meter weiten Cylindern bewirkt, die durch um dieselben circulirende Verbrennungsproducte bis auf 100° C. erhitzt werden und in welchen die an einer rotirenden Are spiralförmig sitzenden Arme den zu trocknenden Kohlengries, welcher mittelst eines Becherwerks zugeführt wird, sowol fortwährend umrühren, als auch nach dem Austrageende des Cylinders forttreiben.

In einem dazu vorgerichteten Kessel wird das Steinkohlenpech von gehöriger Härte und muscheligem Bruche, wie solches aus England zu dem Preise von 45 Fr. die 1000 Kilogr. loco Grube bezogen wird, mit einem Zusatz von $^2/_9$ Steinkohlentheer geschmolzen und flüssiger Steinkohlentheer in dem Verhältniß von 4 bis 5 Proc. zugesetzt. Dieser Zusatz wird durch ein Schöpfrad, dessen Geschwindigkeit genau regulirt werden kann, bewirkt. Dasselbe bringt das bestimmte Quantum Theer in den Mengeapparat, und zwar an derjenigen Stelle, an welcher der getrocknete Kohlengries eingeführt wird. Der Mengeapparat besteht wieder aus einem blechernen Cylinder, in welchem die Mengung und Austragung durch eine in demselben rotirende Schnecke vollzogen wird. Beim Verlassen des Apparats haben die Kohlenkörner noch keinen Zusammenhang; sie erhalten denselben erst durch den Preßproceß in einer besondern Kohlenpresse, in welche sie jetzt gebracht werden. Diese besteht aus einem horizontalen gußeisernen Kranze, welcher 16 den Dimensionen der zu fabricirenden Briquettes entsprechende Fächer enthält. In die Fächer können zwei neben einander befindliche eiserne Stempel von verschiedener Länge eintreten, welche, in Leitungen sich auf und nieder bewegend, mit einem Gewicht von circa 1400 Ctr. belastet sind. Die Scheibe rotirt gleichmäßig intermittirend, und in dem Moment, in welchem die

Drehung derselben sistirt ist, drückt der kürzere Stempel das mittelst eines Trichters den einzelnen Fächern zugeführte Gemenge von 0,20 Meter Dicke auf 0,12 Meter zusammen, was dadurch ermöglicht wird, daß unter den Fächern, so weit es erforderlich, ein gehörig fester Boden angebracht worden ist. Bei dem nächstfolgenden Stillstand des Kranzes drückt der längere Stempel die gepreßten Ziegel aus dem betreffenden Fache heraus und nach unten hin. Die Ziegel werden von dem die Presse bedienenden Arbeiter aufgefangen und auf das Gestell eines Transportwagens so gelegt, daß sie einander nicht berühren. Die mit dem oben angeführten Bindemittel fabricirten Ziegel sind jetzt fertig und verkäufliche Waare. Diejenigen aber, welche mit Anwendung eines größeren Theerzusatzes hergestellt worden sind, müssen nach Verlassen der Presse vor weiterem Transport und vor ihrer Verwendung so stark gedarrt werden, daß die flüchtigen Substanzen des Theers sich verflüchtigen. Dieses geschieht in überwölbten Räumen und der Proceß dauert bis zu 10 Stunden. Es liegt auf der Hand, daß dieses Verfahren ein eben so umständliches als kostspieliges ist, und man sucht es neuerdings durch vorherige Zubereitung des Theers zu umgehen.

Die Presse liefert 10 Briquettes von 7,2 Kilogr. in der Minute. Dieselben haben eine Länge von 0,27 Meter, eine Breite von 0,17 Meter und eine Stärke von 0,12 Meter und abgerundete Kanten. Die Production an Briquettes beläuft sich aber in 12 Stunden Arbeitszeit auf nur circa 80 Ctr., da kaum zu erreichen, daß der Betrieb ein durchaus regelmäßiger und ungestörter ist. Die erforderliche Bewegungskraft für Presse und Apparate liefert eine Dampfmaschine von 25 Pferdestärken. Die Productionskosten betragen per Tonne Briquettes noch circa 15 Fr., worunter $2^1/_2$ Fr. für Arbeitslöhne und 9 Fr. für Kohlenmaterial zu den Briquettes. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß dieselben mit der Zeit sich wesentlich niedriger stellen werden. Der Verkaufspreis ist 17,1 Fr., sobald der Aschengehalt 7 Proc. nicht übersteigt; die Administration der belgischen Staatsbahnen übernimmt fast das ganze Productionsquantum. Die agglomerirte Kohle findet im Allgemeinen eine immer größere Verwendung, da sie nicht nur bei den Feuerungen der Locomotiven und Dampfschiffe, sondern auch bei allen denjenigen Feuerungen mit Vortheil benutzt werden kann, zu welchen ein eine lange und lebhafte Flamme gebendes Material erforderlich ist. Zur Fabrikation der Briquettes kann der Kohlengrus der halbfetten und mageren Kohlen verwendet und somit nutzbar gemacht werden, welcher früher nicht verwerthet werden konnte, was wieder zur Folge hat, daß die grobe Kohle, ohne daß man Verlust befürchten muß, reiner gehalten und dadurch zu einer theurern Waare gemacht werden kann. Der glückliche Erfolg der Agglomerirung des Steinkohlengruses

hat Veranlassung gegeben, daß man auf dem Eisenhüttenwerk von Marcinelle bei Charleroi versucht hat, die Kokeslösche ebenfalls mit Steinkohlenpech zu agglomeriren und dieselbe nach starkem Ausglühen beim Hohofenbetriebe zu-zusetzen.

Patentkohle von Wylam. Die erste Operation zur Herstellung dieser Modification von Kohlenziegeln bildet die Zerlegung des Steinkohlentheers durch trockene Destillation in leichte und schwere Oele und Theer. Der Urheber des Verfahrens führt dieselbe in gußeisernen Retorten aus, die mit einem Schlangenrohre versehen sind und durch directes Flammenfeuer erhitzt werden. Die ersten Producte der Destillation sind die leichten Oele; er destillirt dieselben ein zweites Mal mit Wasser und ein drittes Mal mit Chlorkalk oder Aetzkalk, um sie farblos zu erhalten, in welchem Zustande dieselben besser verkäuflich sind. Das zweite Destillationsproduct ist schweres Oel, welches zur Erleuchtung der Ladeplätze in Häfen, der Hüttenplätze, der Eisenbahnweichen &c. verkauft wird; ferner dient es zur Präparation der Hölzer zu Pfählen, Schiffsstapeln u. s. w., zur Auflösung des Theers, und bildet einen geschätzten Anstrich für Holz- und Eisengeräthe; außerdem verfertigt man daraus gebranntes Elfenbein von guter Qualität. Der Ueberrest der Destillation ist Theer, den man in Steinkufen erkalten und erstarren läßt. Wenn der Theer vollständig erhärtet ist, mahlt ihn Wylam unter Mühlen zu Staub und vermengt ihn mit Steinkohlenklein im Verhältniß von 1:4. Dieses Gemenge gelangt über einen Vertheiler in Trichter, deren jeder am Boden ein Paar cannelirte Walzen besitzt, die durch eine Transmission bewegt werden und gleichmäßig die den ersten Theil des Apparates bildende Retorte speisen. Diese gußeiserne cylindrische Retorte liegt auf einem gewöhnlichen Herde, wo sie beständig in dunkler Rothglut erhalten wird. Eine archimedische Schraube bewegt sich längs der Axe der Retorte und treibt das eintretende Gemenge in ungefähr 3 Minuten durch ihre ganze Länge (4,50 Meter). Dasselbe befindet sich beim Austritte in einem teigigen Zustande und wird durch eine Kette ohne Ende in einen Behälter geführt, in welchem es durch Arme, die an einer rotirenden Welle befestigt sind, beständig in Bewegung erhalten wird, um zu verhindern, daß es erhärtet. Aus diesem Behälter gelangt dasselbe in große Formen, in welchen es auf folgende Weise zusammengepreßt wird: Die Formen sind auf einem rotirenden runden Tische befestigt.

An einem Punkte über dem Tische befindet sich das Reservoir, aus welchem die Formen gefüllt werden. An zwei anderen diametral entgegengesetzten Punkten befinden sich zwei hydraulische Pressen. Die Pfannen werden aus dem Reservoir gefüllt, der Tisch dreht sich und durch den nieder

gehenden Kolben der hydraulischen Presse wird der Brei in sechs neben einander liegenden Pfannen gleichzeitig comprimirt.

Während der Kolben wieder in die Höhe geht, kommt eine andere Reihe von Pfannen und wird ebenso zusammengepreßt, während der Kolben der zweiten hydraulischen Presse bei seinem Niedergange die Kohlenziegel aus der ersten Reihe von Pfannen herausdrückt und dieselben in einem solchen Zustande der Vollendung niederfallen läßt, daß sie nur noch mit dem Fabrikzeichen versehen zu werden brauchen. Der Mechanismus und die Anordnung dieses Apparates sind vorzüglich gut. Eine Analyse der Wylam'schen Patentkohle hat folgende Resultate ergeben:

Kohlenstoff . . .	76,60
Wasserstoff . . .	5,15
Sauerstoff . . .	9,63
Stickstoff	1,54
Asche	7,08
	100,00

oder Kohle	Kohlenstoff . .	61,67
	Asche	7,08
Flüchtige Verbindungen . .		31,25
		100,00

Der zur Fabrikation dieser Art künstlicher Kohlen benutzte Theer hat ein spec. Gew. von 1,01016 und gab bei der Analyse folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff . . .	73,56
Wasserstoff . . .	8,08
Sauerstoff . . .	17,79
Asche	0,57
	100,00

Er enthält keine hygroskopische Feuchtigkeit und die Patentkohle zieht deren nur höchstens 0,86 Proc. an.

Eine nähere Prüfung der Zusammensetzung dieses Theers ergiebt bald, daß derselbe einen hohen Werth besitzt für die Darstellung eines Brennmaterials, welches hauptsächlich für Dampfschiffe bestimmt ist, wo es darauf ankommt, rasch einen hohen Dampfdruck zu erzeugen. Die beträchtliche Menge des darin enthaltenen Sauerstoffs und Wasserstoffs erleichtert, wie Wylam meint, die Verbrennung. Erfahrungsmäßig trägt ein aus einem passenden Verhältnisse dieses Theers und Kohlenklein dargestelltes Brennmaterial für den speciellen Zweck der Feuerung von Schiffsdampfmaschinen über alle natürlich vorkommenden Kohlen den Sieg davon.

Patentkohle von Warlich. Warlich hat einen Proceß erfunden, um die Patentkohlen zur Ertragung der Hitze geeigneter zu machen, welcher sie auf Dampfschiffen in tropischen Gegenden ausgesetzt sind. Er verwendet Kohlenziegel, die fast ganz wie beim Wylam'schen Processe dargestellt sind, er aber fügt etwas Seesalz oder Alaun hinzu, um, wie er sagt, die Menge des bei der Verbrennung erzeugten Rauches zu vermindern, und setzt sie in einem Ofen 6 — 8 Stunden lang einer Temperatur von 200° und darüber aus; dabei befördert er das Entweichen der gasförmigen flüchtigen Verbindungen durch einen Extractionsapparat. Der Ofen, in welchem diese Destillation vor sich geht, ist rechteckig, mit ebener Sohle, und hat die Gestalt eines Trockenofens; er wird durch einen darüber liegenden Herd erwärmt, aus welchem die erhitzte Luft durch zweckmäßig angebrachte Oeffnungen in den Destillationsofen tritt. Ein eiserner Wagen, mit mehreren Etagen zum Auflegen der Kohlenziegel, kann auf Schienen in den Ofen und wieder heraus geschoben werden. Im Gewölbe des Ofens befindet sich ein Ableitungsrohr für die Gase, welches zu einer Vorlage führt, wie bei einer Gasbeleuchtungsanstalt. Der Extractionsapparat besteht aus zwei Glocken, die an den beiden Enden eines Balanciers befestigt sind, abwechselnd auf- und niedergehen und in einen Behälter mit Wasser tauchen.

Bessemer's Patentkohle. Wenn man gewisse Kohlen im Zustande einer starken Zerkleinerung auf 260—360° erhitzt, so erweichen sie und der bituminöse Theil der Kohle wird hinreichend flüssig, um für die kleinen Stücke das Bindemittel zu geben. Auf diese Eigenschaft der Kohle, zu erweichen, gründet sich das Bessemer'sche Verfahren der Fabrikation künstlicher Kohlenziegel, welche alle Eigenschaften der Kohlen besitzen, aus denen sie dargestellt wurden, die aber den Vorzug einer regelmäßigen, gleichförmigen Gestalt vor letzteren voraus haben. Anstatt aus der erweichten Kohle große unregelmäßige Stücke zu formen, wie es sonst bei der Fabrikation der Patentkohlen üblich war, welche man vor ihrer Verwendung zerkleinern mußte, bringt sie Bessemer gleich in cylindrische Formen von einer für Kesselfeuerungen oder den häuslichen Gebrauch passenden Größe, erspart dem Consumenten die Mühe des Zerkleinerns und schafft einen bequem zu verwendenden Brennstoff.

Zusätze und Verbesserungen zum II. Band.

Potasche.

(Zu Seite 3.)

Die Herstellung von Potasche aus feldspathigen Mineralien ist von Neuem von Ward[1]) und von Hack[2]) versucht worden. Das Verfahren des ersteren besteht wesentlich darin, daß das zu Pulver zertheilte Mineral mit ebenfalls pulverförmigem Flußspath und kohlensaurem Kalk gemengt, das Gemenge in einem Flammofen geglüht und nachher methodisch mit heißem Wasser ausgelaugt wird, welches das Alkali daraus auflöst. Der Zusatz von kohlensaurem Kalk wird so groß gemacht, daß in der Mischung auf je 1 Aeq. Thonerde und auf je 1 Aeq. Kieselsäure (die in dem etwa zuzusetzenden Thon enthaltene Thonerde und Kieselsäure mit gerechnet) 3 Aeq. erdige Basis (Kalk oder Magnesia, theils aus dem zugesetzten Kalkstein, theils vielleicht aus dem Silicat selbst herstammend) enthalten sind. Vom Flußspath nimmt man so viel, daß in 100 Th. der Mischung 7—8 Th. Fluorcalcium enthalten sind. Die Hitze beim Glühen wird so regulirt, daß die Masse erweicht und sich frittet. Man glüht unter öfterem Umrühren am besten so lange, bis die Kohlensäure ausgetrieben ist. Die durch das Auslaugen erhaltene Flüssigkeit kann zur Trocke abgedampft und der Rückstand an Glasfabriken, Seifensieder &c. verkauft werden. Man kann aber auch Kohlensäure hinein leiten, um die in ziemlicher Menge vorhandene Kieselsäure abzuscheiden, und dann durch Abdampfen sehr reine Potasche (oder Soda, falls man Albit anwendete) gewinnen. Der Rückstand vom Aus-

---

1) Wagners Jahresbericht 1858 p. 150.

2) Wagners Jahresbericht 1859 p. 176.

laugen kann zu Dünger oder zur Anfertigung von hydraulischem Mörtel benutzt werden. Für letzteren Zweck ist es in den Fällen, wo das Silicat quarzig und arm an Thonerde ist, vortheilhaft, noch thonerdereichen Thon zuzufügen, und zwar so viel, daß die Thonerde im Ganzen dem Gewichte nach etwa halb so viel als die Kieselsäure beträgt. Der Thon kann entweder vor dem Fritten, oder erst dem ausgelaugten Rückstande zugesetzt und muß in jedem Fall innig mit der Masse vermischt werden. Zur Umwandlung in hydraulisches Cäment wird der Rückstand nochmals calcinirt und nach Umständen gemahlen und gesiebt. Zur Umwandlung in künstliche Puzzolane wird vor dem Brennen noch Thon in solcher Menge zugesetzt, daß Thonerde und Kieselsäure zusammen ungefähr 80 Th. auf je 20 Th. Kalk (und Magnesia) ausmachen.

Nach der von Hack angegebenen Methode wird der Feldspath auf ähnliche Weise wie bei der Porcellanfabrikation gepulvert dadurch, daß man die Feldspathstücke dem Brande aussetzt und glühend abkühlt, dadurch zerklüftet er sich so, daß man ihn brechen kann und er dem Stampfen nur wenig widersteht. Zuerst wird dieser zerklüftete Feldspath der Stampfe ausgesetzt, und dann auf Mühlsteinen, wie es die böhmischen Fabriken thun, gemahlen, worauf das erhaltene Pulver geschlemmt wird. Das sehr feine Pulver fühlt sich wie Gyps an. Das so erhaltene Feldspathpulver wird in einem bestimmten Mengungsverhältnisse mit Kalk gemengt und zwar so, daß auf 1 Aeq. Feldspath mindestens 15 Aeq. Kalk kommen. Diese große Quantität Kalk ist deswegen nothwendig, weil außer der Kieselsäure auch noch die Thonerde hier als Säure auftritt. Als das zweckmäßigste Verhältniß stellt sich auf 100 Th. Feldspath 140—180 Th. Kalk heraus. Von der Innigkeit der Mengung des Kalks mit dem Feldspath hängt das Gelingen der ganzen Operation hauptsächlich ab. Je inniger beide Stoffe gemengt sind, desto besser geht die Aufschließung vor sich. Dieses Gemenge von Kalk mit Feldspath wird in Stritzeln oder kegelförmigen Massen dem gewöhnlichen Brande ausgesetzt. Vortheilhaft zu diesen Bränden sind die Porzellan-Oefen, weil die Feuerung gleichförmig ist und die Massen gerade bis zu der erforderlichen, zwischen Roth- und Weißgluth liegenden Temperatur erhitzen. Nach ungefähr 6—8 Stunden ist die Masse verkühlt und dann fähig, in Berührung mit Wasser, Kali an dasselbe abzugeben. Die Stritzeln, wie sie nun aus den Bränden kommen, werden wieder vermahlen, und das Pulver dann wieder geschlemmt. Jedoch ist es durchaus nicht nothwendig, das Schlemmen so genau zu nehmen, wie beim Schlemmen der Porzellanglasur, wo das geringste Sandkörnchen oder der geringste Staub die Reinheit des Spiegels beeinträchtigen würde. Was nun das Auslaugen der aufgeschlossenen

Masse betrifft, so dürfte dies wohl am besten für den großen Betrieb in 2 Dampfkesseln geschehen, welche mit einander in Verbindung stehen, damit das Auslaugen ohne Unterbrechung stattfinden kann. Es ist hier durchaus keine Gefahr, daß sich das Material am Boden anlegt und Explosionen verursacht, denn es ist im Kessel in beständiger Bewegung. Wenn nun das Auslaugen vorbei ist, wird die Lauge abgelassen und wie bei anderweitig erhaltener Kalilauge verfahren. Der Bodensatz aber ist Cäment. Alle die erwähnten Operationen könnten in Ermangelung des reinen Feldspaths auch mit feldspathreichem Granit vorgenommen werden, nur darf man hiezu keinen zu quarzreichen nehmen, weil eine zu große Menge Kieselerde de Operation hemmend in den Weg tritt.

Eine neue wichtige Kaliquelle ist in dem Abraumsalz von Staßfurth aufgetreten, welches gegen 19,16 Proc. Chlorkalium (= 12,1 Proc. Kali) enthält; auch das bei der Verarbeitung des Kelp auf Jod abfallende Chlorkalium wird gegenwärtig zum Theil auf Potasche verarbeitet. Der neuesten Zeit gehört die Gewinnung der Potasche aus dem Schweiße der Schafwolle an (vergl. Bd. IV p. 224). Nach dem von Maumené und Rogelet[1]) angegebenen Verfahren bringt man die rohe Wolle in Fässer oder Kufen und laugt sie darin methodisch aus, um eine Flüssigkeit von 1,01 spec. Gewicht zu erhalten, welche man bis zur Trockne verdampft. Die zurückbleibende schwarzbraune Masse (suintate de potasse) wird in Retorten erhitzt und auf Leuchtgas (vergl. Bd. V p. 385) verarbeitet. Die in den Retorten zurückbleibende Masse wird ausgelaugt. Die dabei erhaltene Flüssigkeit verdampft man bis zur Dichte von 30 bis 50° B. und läßt sie erkalten, wobei das schwefelsaure Kali und Chlorkalium sich größtentheils abscheiden. Die von denselben getrennte Flüssigkeit wird sodann weiter abgedampft, wodurch man fast reines kohlensaures Kali gewinnt. Sollte dasselbe etwas Schwefelkalium enthalten, so calcinirt man es zuletzt noch in einem Flammofen oder behandelt es mit Bleiweiß. Statt in der beschriebenen Weise zu verfahren, kann man auch die beim Waschen der Wolle in gewöhnlicher Weise erhaltene Flüssigkeit, vorausgesetzt, daß bei diesem Waschen nur Wasser ohne Seife oder Soda angewendet wurde, zur Bereitung von Potasche verwenden. Man muß sie zu diesem Zweck 24 Stunden oder länger stehen lassen, damit die erdigen Verunreinigungen sich zu Boden setzen und die fettige Substanz, welche, wenn beim Waschen warmes Wasser angewendet wurde, auch in geringer Menge vorhanden ist, sich auch abscheidet. Die Flüssigkeit wird dann weiter so behandelt, wie es vorstehend

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1860 p. 200.

angegeben ist. Wenn das Waschen der Wolle nach dem hier vorgeschlagenen Verfahren ausgeführt wird, erhält man dieselbe weißer wie beim gewöhnlichen Waschverfahren, wie aus folgendem Versuch sich ergiebt. Eine Portion Wolle wurde in gewöhnlicher Weise (vor dem Kämmen) gereinigt, nämlich erst mit Wasser von etwa 60° C. und dann in zwei Seifenbädern behandelt. Eine andere Portion derselben Wolle wurde erst in kaltem Wasser eingeweicht und dann ebenfalls mit zwei auf einander folgenden warmen Seifenbädern behandelt. Die auf die letztere Art gereinigte Wolle war nun viel weißer als die nach der ersten Art gereinigte, obschon die Verschiedenheit des Verfahrens doch nur darin besteht, daß das Entschweißen im ersten Falle mit erwärmtem, im zweiten mit kaltem Wasser ausgeführt wurde. 100 Kilogr. Wolle geben mit Einschluß des Chlorkaliums und schwefelsauren Kalis, die zusammen kaum 0,5 Kilogr. betragen, 7—9 Kilogr. Potasche.

D. A. van Bastelaer untersuchte einige im Handel vorkommende Potaschesorten, von welchen drei aus Amerika, eine aus Rußland, eine aus Rübenmelasse dargestellt war. Ihre Zusammensetzung ergiebt sich aus folgender Tabelle:

	1 Amerik. Potasche	2 Amerik. Potasche	3 Amerik. Potasche	4 Russische Potasche	5 Russische aus Rüben
kohlensaures Kali	21,47	30,43	12,96	50,84	29,05
Aetzkali	4,46	9,33	21,71	—	—
kohlensaures Natron	22,99	23,90	17,07	12,14	13,83
schwefelsaures Kali	20,08	25,05	23,70	17,44	9,16
Chlorkalium	7,55	4,20	7,89	5,80	18,82
hygroskopisches Wasser	9,37	3,11	0,81	10,18	12,13
Unlöslicher Rückstand	14,08	3,98	15,86	3,60	17,01
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
alkalimetrische Grade	39,9	51,7	43,8	47,2	33,3

Die vorstehenden alkalimetrischen Grade sind zusammengesetzt aus

	1	2	3	4	5
Kali	18,76	29,73	28,11	36,04	20,59
Natron	21,14	21,97	15,69	11,16	12,71
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Wenn man von der Potasche aus Rübenmelasse absieht, so muß man annehmen, daß Soda zu der Potasche betrügerischer Weise gesetzt wurde.

F. Mayer analysirte Proben von amerikanischer Potasche (aus New-York bezogen); die Analyse ergab folgende Resultate:

	1	2	3	4	5	6
kohlensaures Kali	43,68	24,57	15,07	56,01	53,15	38,47
Aetzkalihydrat	49,68	44,43	38,69	5,61	4,49	—
schwefelsaures Kali	4,07	16,14	19,76	27,70	21,30	53,34
Chlornatrium	1,64	4,40	6,60	10,49	5,37	0,62
kohlensaures Natron	—	4,27	4,70	—	14,01	6,03
unlöslicher Rückstand	0,72	6,19	15,86	0,19	1,69	1,54

1 und 2 Potasche bester Sorte, 3 Potasche zweiter Qualität, 4 Potasche erster Qualität, 5 Potasche zweiter und 6 Potasche dritter Qualität.

Lefebvre endlich fand bei der Analyse mehrerer Sorten roher Rübenpotasche:

	a	b	c	d
Wasser und Unlösliches	26,22	19,82	17,47	13,36
schwefelsaures Kali	12,95	9,88	2,55	3,22
Chlorcalcium	15,87	20,59	18,45	16,62
Chlorrubidium	0,13	0,15	0,18	0,21
kohlensaures Natron	25,52	19,66	19,22	16,54
kohlensaures Kali	23,40	29,90	42,13	50,05
	100,00	100,00	100,00	100,00

a Saline von Lens, b von Dünkirchen, c von Albut, d von Soissons. (1 Hektare Rübenland producirt 40,000 Kilogr. Rüben, welche liefern

Zucker	2350	Kilogr.
Melasse	1177	„
rohe Potasche	128	„
Chlorrubidium	1,75	Grm.)

Salpeter.

(Zu Seite 35.)

Die Darstellung des Kalisalpeters findet gegenwärtig hauptsächlich in drei verschiedenen Weisen statt, nämlich

1) durch bloßes Raffiniren des indischen Kalisalpeters,

2) durch Umsetzen des Natronsalpeters.

Die ursprüngliche Methode der Salpetergewinnung durch Auslaugen salpeterhaltiger Erden ist in Europa nur an wenigen Orten noch in Anwendung.

Was die Gewinnung des Salpeters aus Natronsalpeter betrifft, so sind die wichtigsten der bisher vorgeschlagenen Methoden folgende drei:

I. **Es wird der Natronsalpeter mit Chlorkalium zerlegt**[1]. Der Vorgang dabei ist folgender:

100 Kilogr. Natronsalpeter 87,9 „ Chlorkalium	geben	119,1 Kilogr. Kalisalpeter 68,8 „ Kochsalz

Longchamp und nach ihm **Anthon**[2]) und **Kuhlmann**[3]) beschreiben und empfehlen dieses Verfahren. Es wird auch in der That hier und da im Großen benutzt, da die Zersetzung beider Salze eine schnelle und vollständige ist, das abfallende Kochsalz leicht von allem anhängenden Salpeter befreit werden kann, ebenso auch die Reinigung des Salpeters vom Kochsalze einfach und vollständig ist. Es sei hierbei erwähnt, daß in einigen Ländern die Steuerbehörde von dem dabei abfallenden Kochsalze die Salzsteuer erhebt.

II. **Es wird der Natronsalpeter durch Chlorbarium in Barytsalpeter übergeführt und dieser dann durch schwefelsaures Kali oder Potasche in Kalisalpeter verwandelt.**

a) 85 Kilogr. Natronsalpeter 122 „ Chlorbarium ($BaCl, 2HO$)	geben	130,5 Kilogr. Barytsalpeter, 58,5 „ Kochsalz
b) 130,5 Kilogr. Barytsalpeter erfordern bei ihrer Umwandlung in Kalisalpeter		87,2 Kilogr. schwefelsaures Kali oder 69,2 „ kohlensaures Kali.

Bei Anwendung von schwefelsaurem Kali erhält man als Nebenproduct **Barytweiß**, welches sich gut verwerthen läßt, in dem andern Falle kohlensauren Baryt, welcher durch Salzsäure wieder in Chlorbarium übergeführt werden kann. Stellt man sich die Frage, ob die Nachtheile, die aus dem Hereinziehen der Barytverbindungen in diesen Proceß, der von **Bolley** empfohlen wird, erwachsen können, sich durch die Vortheile aufwiegen lassen, so sind besonders die folgenden Momente als leitend festzuhalten:

a) Lohnt es sich, aus dem natürlichen vorkommenden kohlensauren Baryt durch Umwandlung in Chlorbarium (vielleicht nach **Kuhlmann**'s Verfahren durch Verdichtung der in der Sodafabrikation zuletzt entweichenden Salzsäuredämpfe durch kohlensauren Baryt erhalten) und Fällen mit verdünnter Schwefelsäure das Barytweiß als Hauptproduct darzustellen, so ist anzunehmen, daß ein werthvolles Nebenproduct den Mehraufwand an Arbeit wohl lohnen werde;

---

[1]) Handbuch der Technologie, Bd. II p. 744 und Jahresbericht 1858 p. 154.

[2]) **Wagners** Jahresbericht 1859 p. 250.

[3]) **Wagners** Jahresbericht 1860 p. 204.

b) der Umweg und die dadurch vermehrte Arbeit wird reichlich compensirt durch größere Ausbeute und reineres Product.

III. Es wird der Natronsalpeter durch Potasche in Kalisalpeter übergeführt, wobei als Nebenproduct reine Soda fällt:

85 Kilogr. Natronsalpeter	geben	101,2 Kilogr. Kalisalpeter,	
69,2 „ kohlens. Kali		53 „ Soda (calcinirte).	

Diese Art der Salpeterfabrikation hat sich nach den Mittheilungen Grüneberg's[1]) erst seit dem Krimkriege (1854—55) in Deutschland eingebürgert. Die politischen und geographischen Verhältnisse Deutschlands ließen in jener Zeit Preußen vor Allem als für diese Fabrikation geeignet erscheinen, und zwar war es Stettin, welches durch seine günstige Lage (Seeverbindung mit Rußland) in dieser Hinsicht am meisten bevorzugt war, und woselbst alsbald das erste größere Werk für diesen Industriezweig gegründet wurde. Dieses Werk vermochte jedoch trotz seines bedeutenden Umfanges seiner Zeit nicht den täglich gesteigerten Anforderungen der russischen Regierung zu genügen; es entstanden nach und nach andere Fabriken, und kleinere Werke dehnten sich aus, so daß nach Beendigung des Krieges bereits an fünf Orten Deutschlands diese Salpeterfabrikation in größerem Umfange betrieben wurde. Zwar erhielten sich nicht alle diese Fabriken; die größte derselben, die Fabrik in Stettin, ging wegen nicht geglückter Speculationen zu Grunde. Der Gründer derselben legte aber alsbald ein neues Werk in Köln, in der Mitte der Pulverindustrie an, welches sich eines besseren Fortganges erfreute, denn die Pulverfabrikanten entschlossen sich, wenn auch langsam, doch endlich dem künstlich erzeugten reinen Salpeter vor dem bisher verwendeten ostindischen Salpeter den Vorzug zu geben. Außerdem entstanden nach einander noch drei Werke in Nord- und Süddeutschland, so daß in wenigen Jahren die Salpeterproduction eine Höhe erreicht hatte, welche den Consum bei weitem überstieg, und die Fabrikation veranlaßte, sich mit dem Absatze ihres Fabrikates nach dem Auslande zu wenden. Im Jahre 1862 wurden in Deutschland in acht Fabriken circa 7,500,000 Pfund Kalisalpeter dargestellt. Diese starke Concurrenz hatte das Sinken der Salpeterpreise zur nächsten Folge, aber sie spornte auch die einzelnen Producenten zur fortwährenden Vervollkommnung ihrer Fabrikation und in gleichem Maße zur Aufsuchung billigerer Rohstoffe für dieselbe an. Während früher fast ausschließlich das aus dem Kelp gewonnene Chlorkalium zur Salpeterfabrikation angewendet wurde, ging man während des Krimkrieges zur Verwendung der

[1]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 269.

russischen Potasche über. Doch auch dieser Rohstoff wurde alsbald zu theuer, und man wandte sich zu der aus der Rübenmelasse als Nebenproduct gewonnenen Schlämpekohle, einer kohligen Masse, welche neben circa 30 Proc. kohlensaurem Kali noch 20 Proc. kohlensaures Natron, 18 Proc. Chlorkalium und 10 Proc. schwefelsaures Kali enthält. Die entstehenden neuen Fabriken wurden lediglich für Verarbeitung dieses letzteren Rohstoffes angelegt. Freilich stiegen bei Verwendung so unreiner Rohstoffe auch die Schwierigkeiten der Fabrikation, denn es galt, aus diesen Rohstoffen nicht allein einen reinen Salpeter, sondern auch eine hochgrädige Soda zu gewinnen. Dieß ist nun gelungen und es wird in einigen Salpeterfabriken Soda erzielt, welcher der nach dem Leblanc'schen Verfahren erhaltenen, nichts nachgiebt. Die Mutterlauge der Salpeterfabrikation nach obigem Princip ist von H. Schwarz (Jahresbericht 1862 p. 270) analysirt worden.

Das Darstellungsverfahren im Großen ist nach Wöllner[1]) folgendes: Es werden zuerst große runde Kasten von Eisenblech, welche etwa 5 Fuß im Durchmesser und 4 Fuß Höhe haben, auf eine etwas der Länge nach geneigte, von Cäment gemauerte Bahn gestellt. Diese Kasten dienen dazu, um Potaschenlauge von 42° B. (spec. Gew. 1,4) zum Klären aufzubewahren. Durch die geneigte muldenförmige Bahn fließt die Potaschenlauge beim Ablassen in ein Reservoir, in welchem eine Pumpe steht. Zweitens wird in einem Souterrain ein großer Bottich so aufgestellt, daß ein zweiter Bottich mit doppeltem Boden auf dessen oberem Rande ruht. Dieser obere Bottich steht etwa 3 Fuß über der Sohle des Fabriklokals hervor. In den oberen Bottich bringt man etwa 100 Ctr. Chilisalpeter und läßt beständig einen Strahl Wasser darauf laufen. So wie die Masse in diesem Bottich allmälig sinkt, wird stets neuer Chilisalpeter beigegeben. Dieses kann man 14 Tage bis 3 Wochen lang fortsetzen, bevor man nöthig hat, den Bottich zu reinigen. In den unteren Bottich fließt beständig Chilisalpeterlauge von 42° B. ab, welche mittelst einer in dem unteren Bottich befindlichen Pumpe aufgepumpt wird. Man berechnet nun das stöchiometrische Verhältniß beider Laugen zu einander und bringt diese in große eisenblecherne Pfannen, welche 15 Fuß lang und 6 Fuß breit sind. Diese Pfannen müssen im Boden glatt sein. Man concentrirt die Lauge bis auf ein specifisches Gewicht von etwa 48 bis 50° B., während dessen sich stets kohlensaures Natron niederschlägt, welches ununterbrochen vom Boden der Pfanne fern gehalten werden muß. Die niedergeschlagene Soda wird stets

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1860 p. 204.

nach der hinteren Seite der Pfanne hin gezogen, und daselbst so lange in der heißen Lauge liegen gelassen, bis sich so viel angesammelt hat, daß ein Filtrirkasten voll wird. In der Regel bringt man die Soda aus zwei Pfannen in einen Filtrirkasten. Dieser Filtrirkasten besteht in einem cylindrischen Gefäße aus Eisenblech von 2 Fuß Durchmesser und $2^1/_2$ Fuß Höhe, ist mit einem durchlöcherten zweiten Boden versehen und unter diesem durchlöcherten Boden befindet sich ein eiserner Hahn. Er hat einen 3 Zoll breiten Rand, worauf ein eiserner Deckel paßt. Zwischen Rand und Deckel wird ein Kranz von dicker Leinwand gelegt, und mit eisernen Keilen, welche leicht zu handhaben sind, möglichst dampfdicht aufgekeilt. Unmittelbar unter dem oberen Rande befindet sich ein Dampfhahn. Dieser Filtrirapparat ist der wichtigste Theil bei der ganzen Salpeterfabrikation. Vermöge der specifischen Gewichte beider Laugen, der Salpeter- und Sodalauge, ist es durch diesen Filtrirapparat ermöglicht, die Soda von dem Salpeter gänzlich zu befreien. Hierbei ist folgendes zu bemerken: Eine concentrirte Sodalauge hat bei einer Wärme über 100° C. ein specifisches Gewicht von 1,31 bis 1,32 oder 35° B., siedendheiße Salpeterlauge dagegen eine Dichtigkeit von 50 bis 48° B. Läßt man nun Wasserdämpfe mittelst des unter dem Rande befindlichen Dampfhahns ein, so wird so viel Dampf zu concentrirter Sodalauge condensirt, als dieser Soda aufnehmen kann. Am unteren eisernen Hahne fließt nun zuerst concentrirte Salpeterlauge ab, und sowie die Sodalauge die Salpeterlauge von der Stelle treibt, fließt stets schärfere Salpeterlauge ab, und wenn endlich eine Lauge abfließt, welche blos 35° B. am Aräometer zeigt, so kann man gewiß sein, daß die Soda keinen Salpeter mehr zurückgehalten hat. Auf diese Weise ist es allein möglich, aus 100 Theilen (95 Theile reines salpetersaures Natron haltendem) Chilisalpeter 110 Theile Kalisalpeter zu erlangen.

Der oben beschriebene Filtrirapparat steht auf zwei über das hintere Ende der Pfanne gelegten eisernen Tragbalken, damit die ablaufende Salpeterlauge, gemengt mit Sodalauge, in die Pfanne zurückfließt. Man fährt fort abzudampfen und entleert noch ein oder zwei Mal die Soda auf beschriebene Art. Alsdann wird die Salpeterlauge zur Krystallisation in eiserne Pfannen gegeben und die zurückbleibende Mutterlauge bei neuem Ansetzen wieder beigegeben. Die Chilisalpeterlaugen müssen durch angebrachte Maße in dem unteren Bottich gemessen und beim Herauspumpen diese Maße beobachtet werden. Ebenso verfährt man bei der Potaschenlauge. Auf diese Weise hat man für immer die richtige Zusammenstellung, da beide Laugen stets von einerlei Gehalt bereitet werden.

Eine Modification des vorstehenden Verfahrens ist von G.

Schnitzer[1]) angegeben worden, welcher die von Landmann[2]) vorgeschlagene Methode der Salpeterfabrikation aus Natronsalpeter und Aetzkali zu Grunde gelegt ist. Nach dem neuen Verfahren bringt man rohe Potasche und Chilisalpeter, dem Gewichte nach im Verhältniß der Aequivalente ihrer wirksamen Bestandtheile, in einen eisernen Kessel, setzt so viel Wasser zu, als zur Auflösung der Salze erforderlich scheint, und erhitzt unter Umrühren die Masse. Da anzunehmen ist, daß nach erfolgter Auflösung auch die gegenseitige Zersetzung in Kalisalpeter und Soda beendigt sei, so handelt es sich nun darum, dem der Fabrikation anhängenden und von ihr unzertrennlichen Uebelstande (zwei unter ähnlichen Verhältnissen krystallisirbare und deshalb schwer zu trennende Salze in Lösung zu haben) zu begegnen, was man dadurch bewirkt, daß man in die kochende Lösung unter beständigem Umrühren so viel frisch gelöschten Kalk einträgt, als zur Bindung der Kohlensäure der Soda nöthig ist. Es fällt kohlensaurer Kalk nieder, und Kalisalpeter nebst Natronlauge befinden sich in Lösung. Man entfernt nun das Feuer unter dem Kessel, läßt absetzen oder filtrirt, bringt dann die klare Flüssigkeit in einen anderen Kessel zu weiterem Eindampfen auf 40° B. Den kohlensauren Kalk wäscht man mit Wasser aus; das Waschwasser wird zu neuen Ansätzen verwendet. Der ausgewaschene kohlensaure Kalk eignet sich vorzüglich, weil in feinpulverigem Zustande befindlich, zur Entwickelung von Kohlensäure mittelst Salzsäure, falls mit der in Rede stehenden Fabrikation die von doppelt kohlensauren Salzen verbunden werden sollte. Die Salpeterlauge wird nach hinlänglicher Concentration der Krystallisation überlassen, welche nach dem Erkalten der Flüssigkeit auf die Lufttemperatur der Umgebung als vollendet angenommen werden kann. Die Lauge wird darauf abgegossen, um durch nochmalige Concentration und Krystallisation von den letzten Salpeterantheilen befreit zu werden. Die Krystalle werden nach dem Abtropfen mit kaltem, schwach mit Salpetersäure angesäuertem Wasser leicht abgewaschen, um die etwa noch anhängenden Spuren von Natronlauge fortzunehmen. Getrocknet bilden alsdann diese Krystalle die fertige, verkäufliche Waare.

Die von dem Kalisalpeter getrennte Natronlauge, welche als solche für den Handel nicht hinreichend rein wäre, weil sie einen Theil der löslichen Verunreinigungen der Potasche und des Chilisalpeters enthält (einen anderen Theil hat der Kalkzusatz bei der ersten Operation in unlösliche Verbindungen übergeführt, die mit dem kohlensauren Kalk zurückbleiben) wird am besten

[1]) Wagners Jahresbericht 1861 p. 221.
[2]) Wagners Jahresbericht 1860 p. 202.

dadurch verwerthet, daß man behufs der Darstellung von Seignettesalz (weinsaurem Natron-Kali) in die Lauge gepulverten Weinstein einträgt u. s. f.

Schießpulver.

(Zu Seite 106.)

Ersatzmittel des Pulvers.

J. J. Pohl[1]) untersuchte das weiße Schießpulver und fand als das geeignetste Verhältniß für dessen Mischung

28 Th. Blutlaugensalz,
23 „ Rohrzucker,
49 „ chlorsaures Kali,

welches ein sehr gut abbrennendes Pulver liefert und nahezu dem Verhältnisse

1 Aeq. $CfyK_2, 3HO$,
1 „ $C_{12}H_{11}O_{11}$,
3 „ KO, ClO_5

entspricht, welches in 100 Th. 28,17 Th. Blutlaugensalz, 22,78 Th. Rohrzucker und 49,05 Th. chlorsaures Kali enthält. Ueber die Verbrennungsproducte dieses Schießpulvers ist um so weniger ohne genaue Analysen etwas Bestimmtes zu sagen, als das Abbrennen im Freien oder im geschlossenen Raume, sowie rasch oder absichtlich verlangsamt, von Einfluß auf die Art der Zerlegung sein werden. Nimmt man hierbei möglichste Zerlegung an, so könnte die Zersetzung nach folgendem Schema vor sich gehen:

100 Th. Pulver liefern

Stickstoff	1,865 Th.
Kohlenoxyd	11,192 „
Kohlensäure	17,587 „
Wasser	16,788 „

Summa der gasförmigen Producte 47,442 Th.

Ferner

Cyankalium	17,385 Th.
Chorkalium	29,840 „
Kohleneisen (FeC_2)	5,333 „

Summa der nicht flüchtigen Theile 52,558 Th.

[1]) Wagners Jahresbericht 1861 p. 227.

Auf Raumtheile bezogen, lieferten hingegen 100 Th. bei 0° C. und 760 Millimeter Barometerstand:

Stickstoff	1927,0 Cubikcentim.
Kohlenoxyd	8942,9 „
Kohlensäure	8942,9 „
Wasserdampf	20867,6 „
	40680,4 Cubikcentim.

Die Verbrennungstemperatur berechnet der Verf. zu 2604,5°, somit beträgt die Menge der gelieferten Gase 431162 Cubikcentim. Das von Bunsen und Schischkoff untersuchte schwarze Pulver gab für die Verbrennung im geschlossenen Raume die Flammentemperatur 3340° C. und nahezu 258240 Cubikcentimeter Gase. Für das Abbrennen im geschlossenen Raume resultiren mithin folgende Verhältnisse:

schwarzes Pulver zu weißem Pulver

für die Flammentemperatur wie 1 : 0,779

„ „ Gasmengen „ 1 : 1,669

Da nun die Wirksamkeit eines Schießpulvers großentheils von der Menge der beim Abbrennen gebildeten Gase abhängt, so dürfte in dieser Beziehung, gleiche Gewichtsmengen und Abbrennen im geschlossenen Raume vorausgesetzt, das weiße Schießpulver die 1,67fache Wirkung des schwarzen Pulvers haben. Berücksichtigt man hingegen die Volumina der abbrennenden Schießpulver, so stellt sich die Leistungsfähigkeit anders heraus. Bei der vorgenommenen für Schießpulver üblichen sogenannten trockenen Dichtenbestimmung zeigte sich nämlich, daß ein Gefäß, welches 102,542 Grm. weißes Schießpulver faßte, 132,355 Grm. von gewöhnlichem Scheibenpulver aufnahm. Somit wäre die relative Dichte des neuen Pulvers dem schwarzen gegenüber gleich 0,774 und die Leistungsfähigkeit auf gleiche Volumina bezogen nun noch 1,292.

Um den gleichen Effect für Projectile, Sprengungen ꝛc. zu erzielen, sind also dem Gewichte nach statt 100 Th. schwarzem Pulver nur 60 Th. weißes Pulver zu nehmen, welche nicht mehr als 31,53 Gewichtstheile Rückstand lassen, während letzterer beim schwarzen Pulver nach Bunsen und Schischkoff 68 Gewichtstheile ausmacht. 100 Volumina des alten Schießpulvers brauchen aber zum Ersatze 77,4 Volumina des weißen Pulvers. Wie zu ersehen, liegt ein Hauptvortheil des weißen Schießpulvers nicht nur in der erhöhten Wirksamkeit, sondern auch, insbesondere für den Gebrauch in Schießwaffen aller Art und zu Sprengungen in geschlossenen Räumen,

wie Bergwerken ꝛc. in der weit niedrigeren Temperatur der Flamme, so daß eine größere Anzahl von Schüssen als bisher unmittelbar auf einander folgen kann, ohne daß sich dadurch die Geschützwände oder die stagnirende Luft in den Stollen, Tunnels u. s. w. zu sehr erhitzen. — Bei Versuchen von Scherpf, Hudson u. A. angestellt, ergab sich, daß die Mischung leicht explodirt, weshalb sie nur mit großer Sorgfalt zu bereiten und aufzubewahren ist [1]).

A. de Trets erhielt für England ein Patent auf die Bereitung von Sprengpulver, das aus

Chilisalpeter	52,5	Th.
Schwefel	20	„
Ausgezogener Gerberlohe	27,5	„

bereitet wird. Der Chilisalpeter wird durch Kochen in Wasser gelöst, zu der Lösung dann die Lohe gesetzt, so daß sie vollständig mit der Flüssigkeit imprägnirt ist und dann der Schwefel hinzugefügt. Die Mischung wird darauf vom Feuer entfernt, vollständig getrocknet und in Säcke oder Fässer gebracht. Nach Davey's Verfahren der Darstellung von Sprengpulver ersetzt man einen Theil der Kohle durch Mehl, Kleie, Stärke oder eine andere schleimige Substanz, wodurch bewirkt werden soll, daß beim Körnen des Pulvers, für welches der Verf. ein neues Verfahren vorschlägt, keine Explosion eintreten kann. Man löst den Chilisalpeter in so viel Wasser auf, daß die Lösung mit dem Schwefel, der Kohle und der schleimigen Substanz, einen dicken Teig bilden kann, welchen man sodann knetet, um ihn homogen zu machen. Man läßt diesen Teig darauf zwischen Walzen durchgehen oder man treibt ihn durch ein Sieb aus Drahtgewebe, dessen Oeffnungen der Größe des Kornes, welches man erlangen will, entsprechen. Die so in Streifen oder lange Körner zertheilte Masse gelangt auf ein Tuch ohne Ende, welches sie langsam durch eine Trockenkammer führt, worauf sie zwischen hölzernen Walzen zerbrochen und dadurch in Körner verwandelt wird. Man hat nach Davey bei dieser Fabrikationsweise, da fast die ganze Bearbeitung sich auf eine feuchte Masse bezieht, keine Explosion zu befürchten. Das nach derselben dargestellte Pulver ist dem unter dem Namen gun-powder bekannten schwarzen Thee ähnlich, jedoch matt und ohne Glanz. Es soll beim Felsensprengen gegen das gewöhnliche Sprengpulver eine Ersparniß von 37 Proc. des Gewichts gewähren und überdies bei gleichem Gewicht wohlfeiler sein als dieses, weil weniger Salpeter dazu nöthig sei und die Bereitung rascher von statten gehe. Es soll ferner beim Abbrennen weniger

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1861 p. 230.

Rauch geben und namentlich unter allen Umständen weniger Gefahr der Explosion darbieten als gewöhnliches Pulver.

Salpetersäure.

(Zu Seite 117.)

Kuhlmann[1]) hat im Jahre 1862 einige neue Methoden der Fabrikation der Salpetersäure beschrieben:

a) Einwirkung von Manganchlorür (Rückstände von der Chlorbereitung) auf Natronsalpeter. Wenn ein Gemenge beider Salze bis auf etwa 230° erhitzt wird, so entwickeln sich salpetrige Dämpfe ($NO_4 + O$) und es bleibt ein Manganoxyd zurück, welches wieder zur Chlorentwickelung dienen kann:

$$\left.\begin{array}{c} 5\,MnCl \\ \text{und} \\ 5\,NaO, NO_5 \end{array}\right\} \text{geben} \left\{\begin{array}{l} (2\,MnO + 3\,MnO_2) \\ 5\,NaCl \\ 5\,NO_4 + 2\,O \end{array}\right.$$

Indem man das Gemenge von Untersalpetersäure und Sauerstoff in den Condensationsapparaten mit Wasser zusammen bringt, verwandelt es sich in Salpetersäure; der Ueberschuß der Untersalpetersäure zersetzt sich in Salpetersäure und Stickstoffoxyd. Wenn die in den Apparaten enthaltene Luft hinreichend ist, um die ganze Menge des letzteren wieder in Salpetersäure zu verwandeln, so wiederholt sich dieser Vorgang; wenn dagegen die Luftmenge unzureichend ist, so löst das Stickstoffoxyd sich in der Salpetersäure auf und der Ueberschuß desselben entweicht in die Luft. Aus zahlreichen Versuchen, welche Kuhlmann unter Benutzung von Thonretorten anstellte, hat sich ergeben, daß 100 Th. salpetersaures Natron nach diesem Verfahren im Mittel 125 bis 126 Th. Salpetersäure von 35° liefern. Es ist dies nahezu dieselbe Ausbeute wie beim gewöhnlichen Verfahren (127 bis 128 Proc.). Es wurden auch Versuche mit anderen Chlorüren, namentlich mit Chlorcalcium, Chlormagnesium und Chlorzink angestellt, wobei ein entsprechender Vorgang eintrat, nämlich Salpetersäure, Chlornatrium und Kalk, Magnesia oder Zinkoxyd gebildet wurden.

b) Einwirkung gewisser Sulfate auf salpetersaure Alkalisalze. Kuhlmann hat durch viele Versuche bewiesen, daß die schwefelsauren Salze, selbst solche, welche sehr beständig sind und keineswegs die Rolle einer Säure spielen, die Zersetzung der salpetersauren Alkalisalze bewirken können. Das schwefelsaure Manganoxydul zersetzt das salpeter-

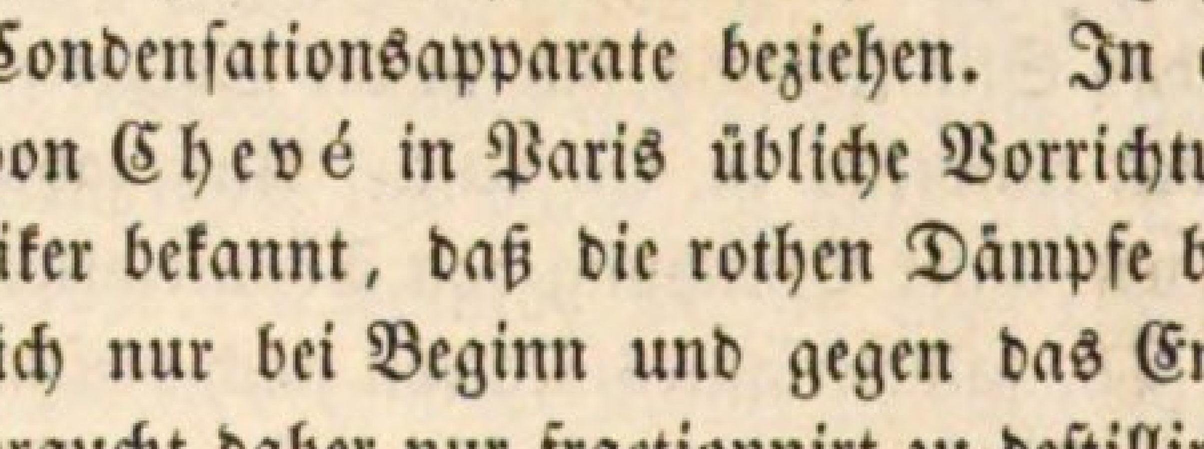
---

[1]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 239.

saure Natron unter Bildung ähnlicher Producte wie beim Manganchlorür; in den Producten ist das Chlornatrium durch schwefelsaures Natron ersetzt und die Ausbeute an Salpetersäure ist nahezu dieselbe, wie bei Anwendung von Manganchlorür. Aehnliche Reactionen finden mit schwefelsaurem Zinkoxyd und schwefelsaurer Magnesia [1]), ja sogar mit schwefelsaurem Kalk statt. Diese letztere Reaction gestattet gewissermaßen eine directe Benutzung der Schwefelsäure des Gypses, sie liefert aber, da sie erst bei ziemlich hoher Temperatur eintritt, nur ungefähr 90 Proc. vom Gewicht des salpetersauren Natrons an Salpetersäure von 35⁰; der Rückstand ist eine Mischung von schwefelsaurem Natron und Kalk.

Verbesserungen in der Salpetersäurefabrikation. Wie Seite 119 angegeben worden, ist die Salpetersäure, wie sie die Verdichtungsapparate verläßt, durch Untersalpetersäure roth gefärbt. In diesem Zustande ist sie für viele Anwendungen geeignet, so z. B. zur Darstellung der Schwefelsäure; für die meisten Zwecke aber muß sie vorher in farblose Salpetersäure übergeführt werden, was durch das sogenannte Bleichen und zwar auf die Weise geschieht, daß man die Salpetersäure in gläserne Ballons, die in einem bis auf 80⁰ bis 90⁰ erhitzten Wasserbade sich befinden, erhitzt, so lange als noch rothe Dämpfe entweichen, welche letztere man entweder in die Schwefelsäurekammer leitet oder sie durch ein Rohr ins Freie führt. In der jüngsten Zeit sind nun in der Schwefelsäurefabrikation Verbesserungen aufgetaucht, die sich theils auf die Umgehung des Bleichens, theils auf die Condensationsapparate beziehen. In erster Hinsicht ist eine in der Fabrik von Chevé in Paris übliche Vorrichtung anzuführen. Es ist dem Praktiker bekannt, daß die rothen Dämpfe bei der Fabrikation der Salpetersäure sich nur bei Beginn und gegen das Ende der Destillation bilden. Man braucht daher nur fractionnirt zu destilliren, um einerseits rothe Säure, andererseits weiße Säure zu erhalten, die, ohne der Bleichung zu bedürfen, sofort in den Handel gebracht werden kann. Zu dem Ende wendet man einen Hahn aus Steinzeug von der in Fig. 196 abgebildeten Form an, dessen Rohr A mit dem Destillirapparat in Verbindung steht, während die Rohre B und B′ in verschiedene zum Auffangen bestimmte Ballons münden. Der Hahn ist

Fig. 196.

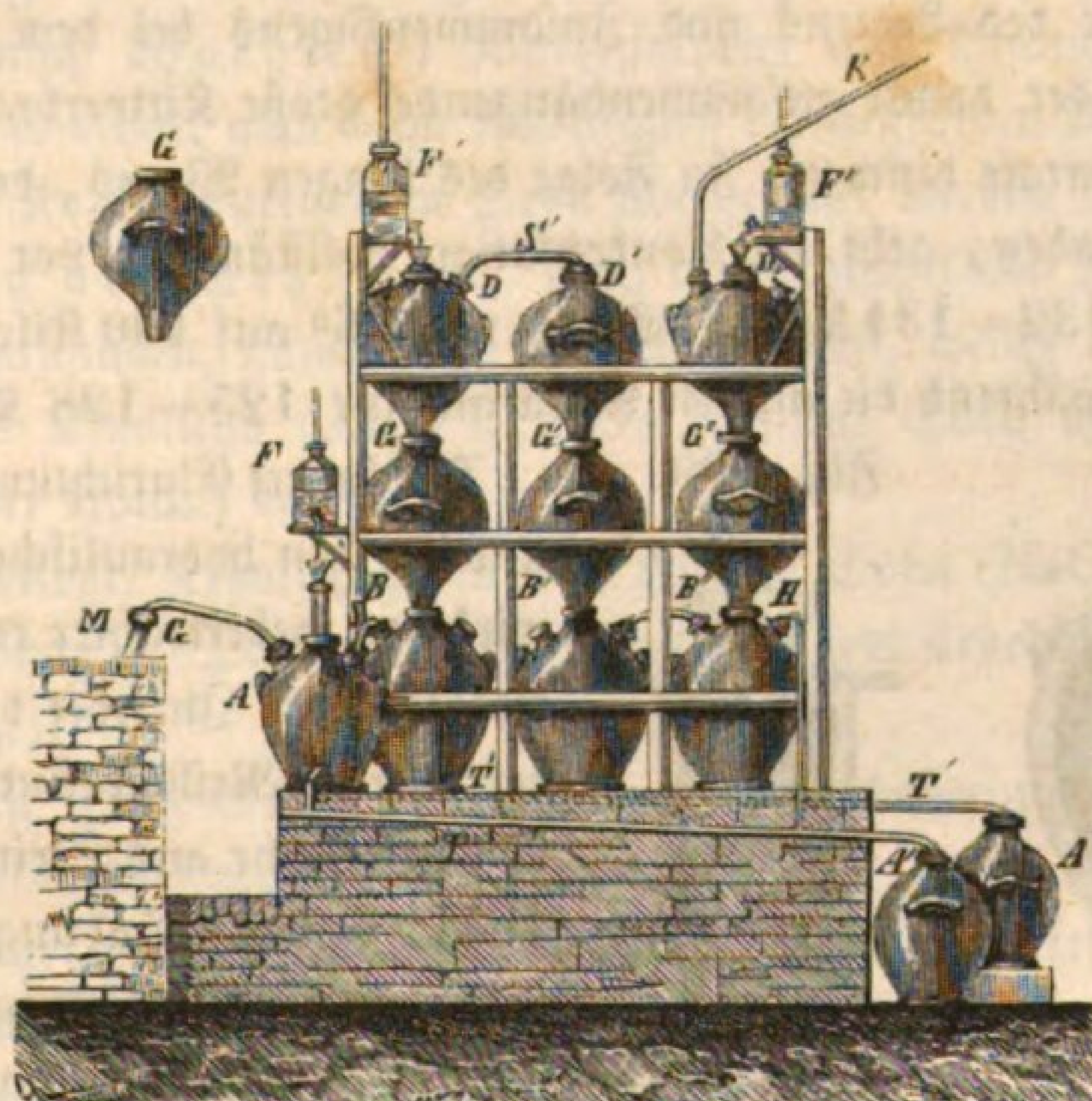


[1]) Die Zersetzbarkeit des Natronsalpeters durch schwefelsaure Magnesia hat schon de Luna (vergl. Bd. II p. 188) dargethan.

so gebohrt, daß man nach Belieben die Communication zwischen A und B′ wobei B′ abgeschlossen ist, oder zwischen A und B′ herstellen kann. Durch geeignetes Stellen des Hahnes kann man daher die rothe Säure von der weißen vollständig und kostenfrei trennen.

Die zweite Verbesserung von Plisson und Devers bezieht sich auf den Condensationsapparat, der hier aus einer Batterie von 10 Flaschen besteht, von denen 6 unten offen sind und in Trichter endigen, so daß sie in die Mündungen gewöhnlicher Flaschen passen. G (Fig. 197) zeigt eine solche unten offene Flasche. Aus dem hinter dem Mauerwerk M versteckten Cylinder geht ein Rohr aus Steinzeug, mit welchem ein zweimal gebogenes Glasrohr G in Verbindung steht, das in eine der drei Mündungen der ersten Flasche A führt. In dieser Flasche sammelt sich das zuerst Uebergehende, das, was vielleicht übersteigt und überhaupt alle Unreinigkeiten. Die Flasche A ist inwendig mit einem kleinen Rohr T versehen, das einen hydraulischen Verschluß bewirkt in der Weise, daß wenn die Flüssigkeit in der Flasche eine Höhe von einigen Centimetern erreicht hat, der Ueberfluß durch das Rohr T in die gut verschlossene Flasche A′ abfließt. In der zweiten Mündung der Flasche A ist ein Trichter, durch welchen Wasser aus F in die Flasche A

Fig. 197.



fließt und die Condensation unterstützt. Durch das Glasrohr F gehen die Säuredämpfe in die Flasche B, welche ebenso wie die beiden Flaschen B′ und B″ die in ihnen verdichteten Producte durch das Rohr T′ in den Ballon A″

führt. Die in B nicht condensirten Dämpfe gehen nach C und von da nach D; in diesen beiden Flaschen verdichtet sich ein Theil der Säure, der nach B und endlich nach A'' fließt; der nicht condensirte Rest geht durch das Glasrohr G nach D'; dann nach C'' und endlich nach B', worin die verdichteten Theile sich ansammeln. Von da gehen die Dämpfe durch die Flaschen B'' C'' D'' und aus der letzten Flasche das, was noch verdichtet ist, in den Rauchfang. Aus den Mariotte'schen Flaschen F' und F'' fließt Wasser zu, was im Verein mit dem Wasser aus F die producirte Säure bis auf 36° B. (= 1,31 spec. Gew. = 42,2 Proc. NO_5) verdünnt. Um jedem Druck in den Flaschen A' und A'' vorzubeugen, geht ein Rohr H und ein ähnliches H' (in der Abbildung weggelassen) von T und T' ab, um die nicht verdichteten Dämpfe in die Flasche B'' zu führen, wo sie sich mit dem nicht condensirten Reste vereinigen. — Der ganze Apparat, der auf den ersten Anblick complicirt zu sein scheint, ist äußerst leicht zu handhaben; die Säuredämpfe condensiren sich im Anfange in der Flasche A, aus welcher sie in einen besonderen Recipienten A' geführt werden, darauf verdichten sie sich in den Flaschen B B' B'', aus welchen das Product in den allgemeinen Recipienten A'' fließt.

Dieser neue Verdichtungsapparat ist äußerst vortheilhaft. Einmal zusammengesetzt, braucht er nur sehr selten auseinander genommen zu werden. Die Handarbeit des Leerens und Zusammenfügens bei dem gewöhnlichen Apparate und der damit zusammenhängende große Kittverbrauch fallen bei dem neuen Apparate hinweg. In Folge des langen Weges, den die Dämpfe zurückzulegen haben, geht die Condensation vollständiger vor sich, wie die Ausbeute von 132—134 Kilogr. Säure von 36° auf 100 Kilogr. Salpetersäure beweist, während die älteren Apparate nur 125—128 Kilogr. liefern.

Fig. 198.

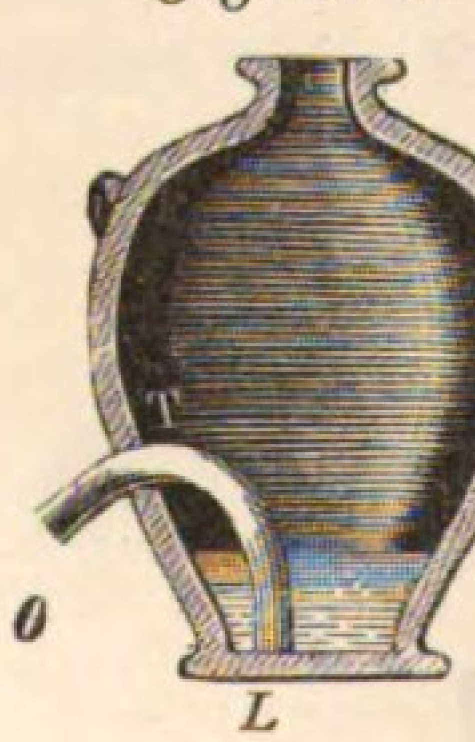
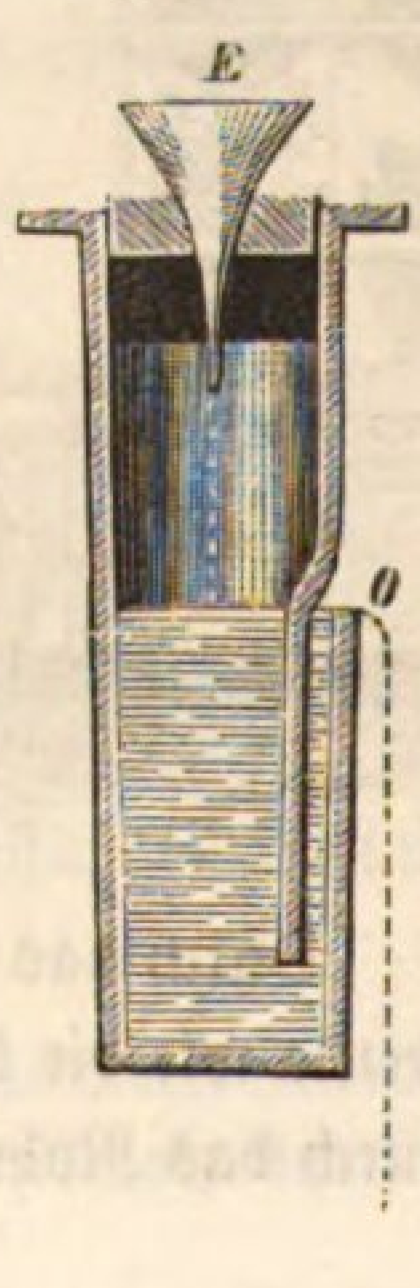


Fig. 199.



Die innere Einrichtung der Flaschen und der den hydraulischen Schluß bewirkende Hebertrichter ergiebt sich aus Folgendem. In jeder der Flaschen der unteren Reihe befindet sich ein gebogenes Rohr aus Steinzeug T (Fig. 198), dessen Mündung O ins Freie geht; eine spaltenförmige Oeffnung L stellt die Communication zwischen der Flüssigkeit und dem Innern der Röhre her; die Flüssigkeit kann demnach in der Flasche nur bis zu einer gewissen Höhe sich ansammeln. Es ist klar,

daß hierdurch die Flasche einen hydraulischen Schluß erhält. — Der Hebertrichter besteht aus einem steinernen Rohre von etwa 3 Centimetern Durchmesser, dessen Seitenwand der Länge nach durchbohrt ist (Fig. 199); die in das Innere der Röhre gelangende Flüssigkeit kann mithin nur bis zur Oeffnung O steigen; sobald diese Höhe erreicht ist, fließt die Flüssigkeit in demselben Verhältnisse aus, als durch den Trichter E nachströmt.

Sodafabrikation.

(Zu Seite 165.)

Die Natronverbindungen, welche gegenwärtig zur Fabrikation der künstlichen Soda Anwendung finden, sind:

1) der Chilisalpeter,
2) der Kryolith,
3) das Sulfat,
4) das Kochsalz.

1) Soda aus Chilisalpeter. Seitdem die Umwandelung des Natronsalpeters in Kalisalpeter fabrikmäßig ausgeführt wird (1855), stellt man in den Salpeterfabriken große Mengen von reiner Soda dar (vergl. Seite 705):

85 Kilogr. Natronsalpeter geben 53 Kilogr. Soda (NaO, CO_2).

Wenn man nach Woehler[1]) Natronsalpeter und Braunstein ohne Luftzutritt glüht, so erhält man beim Auslaugen der geglühten Masse Aetznatron, welches durch Kohlensäuregas in Soda übergeführt werden kann.

2) Soda aus Kryolith. Seit dem Jahre 1860 ist ein neuer Gewerbezweig entstanden, nämlich die Kryolithindustrie, welche sich mit der Verarbeitung des Kryoliths ($Al_2 Fl_3, 3 Na Fl$) auf Soda und schwefelsaure Thonerde (oder Alaun) befaßt:

210 Kilogr. Kryolith geben 159 Kilogr. Soda (NaO, CO_2).

Die Beschreibung der Darstellung der Soda aus dem Kryolith siehe bei Alaun (im Nachtrage).

3) Soda aus Glaubersalz. Die Verbesserungen, die in dieser Hinsicht anzuführen sind, beziehen sich

α) auf die Darstellung von Sulfat oder Glaubersalz ohne directe Anwendung von Schwefelsäure;

β) auf die Umwandelung des Sulfates in Soda.

Was die Darstellung des Sulfates ohne directe Anwendung von Schwefelsäure betrifft, so hat man zu unterscheiden, ob als natronlieferndes

[1]) Wagners Jahresbericht 1855 p. 57.

Material der Natronsalpeter oder das Kochsalz dient. In ersterer Hinsicht ist nur ein Vorschlag von Kuhlmann[1]) hier anzuführen, nach welchem behufs der Fabrikation von Salpetersäure ein Gemenge von Natronsalpeter mit Gyps (oder mit Manganvitriol, Zinkvitriol, Bittersalz) erhitzt werden soll, wo dann als Rückstand eine Mischung von Sulfat mit Kalk bleibt.

Aus Kochsalz kann man indirect Sulfat darstellen

a) durch Glühen von Kochsalz mit schwefelsaurer Magnesia, wobei Salzsäure entweicht und ein Gemenge von Magnesia und Glaubersalz zurückbleibt, de Luna[2]) hat auf diese Weise mehr als 12,000 Kilogr. Glaubersalz dargestellt;

b) durch Glühen von Kochsalz mit schwefelsaurem Bleioxyd, wobei Chlorblei sich verflüchtigt und in geeigneten Apparaten aufgefangen wird, während Glaubersalz zurückbleibt. Das Chlorblei wird durch Gyps- oder Bittersalzlösung wieder in schwefelsaures Bleioxyd übergeführt (Margueritte)[3]);

c) nach dem Longmaid'schen Verfahren (Bd. II, p. 187). Nach der von Mesdach[4]) vorgeschlagenen Modification leitet man die beim Rösten von Zinkblende, Bleiglanz, Schwefelkies ꝛc. sich bildende schweflige Säure über mit Wasser angefeuchtetes Kochsalz. Es bildet sich ein Gemenge von schwefelsaurem, schwefligsaurem und unterschwefligsaurem Natron. Letztere beiden Salze werden an der Luft bald in Sulfat übergeführt;

d) nach dem Verfahren von Balard (Bd. II, p. 20), welches durch doppelte Zersetzung aus Kochsalz und Bittersalz des Meerwassers unter dem Einflusse niederer Temperatur Glaubersalz (und Chlormagnesium) erzeugt.

4) Soda aus Kochsalz, ohne letzteres erst in Sulfat überzuführen. Zu den vielen (Bd. II, p. 189) Vorschlägen, Kochsalz direct durch Kalk, Bleioxyd, Potasche, Zinkoxyd, zweifach kohlensaures Ammoniak, Kieselerde und Wasserdämpfe in Soda überzuführen, ist ein neuer Vorschlag von Keßler[5]) gekommen, nach welchem die Kieselfluorwasserstoffsäure, welche man durch Glühen eines Gemenges von Sand, Thon und Flußspath erhält, und nach der Condensation des Productes in Wasser, zum Niederschlagen

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 240.
[2]) Wagners Jahresbericht 1855 p. 59.
[3]) Wagners Jahresbericht 1861 p. 169.
[4]) Wagners Jahresbericht 1858 p. 118.
[5]) Bulletin de la société d'encouragement 1863 p. 558.

eine Kochsalzlösung benutzt wird. Das Kieselfluornatrium $3 Na Fl, 2 Si Fl_3$, welches sich hierbei bildet, wird bis zum Rothglühen erhitzt, wobei Fluorsilicium entweicht und Fluornatrium zurückbleibt, welches durch Kochen mit kohlensaurem Kalk in Soda und in Fluorcalcium übergeführt wird [1]).

Aetznatron.

Seit dem Jahre 1851 wird das Aetznatron entweder in Form höchst concentrirter Lauge, oder häufiger noch als geschmolzenes Natronhydrat in den englischen Sodafabriken dargestellt und entweder im Inlande consumirt oder nach Amerika und den Colonien exportirt.

Lange Zeit hindurch stellte man nach althergebrachter Weise das Aetznatron durch Behandeln nicht zu concentrirter Lösungen von Rohsoda mit Aetzkalk dar. Um an Brennmaterial behufs des Abdampfens so verdünnter Flüssigkeiten zu sparen, ahmt man jetzt in vielen Fabriken das von Dale gegebene Beispiel nach, der die verdünnte Natronlösung zum Speisen seines Dampfkessels benutzt und ohne Inconvenienzen die Lauge darin bis auf das spec. Gewicht von 1,24 bis 1,25 bringt. Hierauf wird die Lauge in gußeisernen Kesseln bis auf 1,9 spec. Gew. abgedampft, bei welchem Concentrationsgrade sie beim Erkalten erstarrt.

Das gegenwärtig in England angewendete Verfahren der Darstellung von Aetznatron ist folgendes: Die Anwendung des Kalkes zur Umwandelung der Soda in Aetznatron ist längst verlassen, vielmehr stellt man bei der Sodafabrikation sofort Aetznatron an. Dies geschieht dadurch, daß man die Quantität Steinkohle, welche man dem Gemisch von Sulfat und Kalkstein (Kreide) zusetzt, etwas vergrößert und die gewonnene Rohsoda sofort mit Wasser von 50° auslaugt. Nachdem man die Lauge sich hat klären lassen, concentrirt man sie rasch bis auf 1,5 spec. Gewicht, wobei sich kohlensaures Natron, schwefelsaures Natron und Kochsalz am Boden ausscheiden, und die Flüssigkeit eine ziegelrothe Farbe (sie heißt auch Rothlauge) annimmt, von einer eigenthümlichen Verbindung von Schwefelnatrium und Schwefeleisen herrührend. Die Lauge wird nachher in großen gußeisernen Kesseln oder Pfannen erhitzt und, nachdem sie eine hohe Temperatur erreicht hat, nach und nach auf je 100 Kilogr. zu erzielendes Aetznatron mit 3 — 4 Kilogr. Natronsalpeter versetzt. In dem Verhältnisse als das Wasser ent-

---

[1]) Das Fluornatrium, das bei obigem Verfahren den Ausgangspunkt zur Darstellung der Soda bildet und auf großem und kostspieligem Umwege dargestellt werden soll, ist jedenfalls in der Form, in der es im Kryolith vorkommt, billiger zu beschaffen.

weicht, reagirt der Natronsalpeter auf das Schwefelnatrium und das immer vorhandene Cyannatrium ein und es findet reichliche Ammoniak- und Stickstoffgasentwickelung statt. Ein Theil dieses Ammoniaks rührt von der Zersetzung der Cyanüre her, ein anderer und zwar größerer Theil ist eine Folge der Oxydation der Schwefelmetalle, wobei Wasser zersetzt wird und der Wasserstoff die Salpetersäure zu Ammoniak reducirt. Wenn die abgedampfte Masse die Dunkelrothglühhitze erreicht, bemerkt man auf der Oberfläche fein zertheilten Graphit als Zersetzungsproduct des Cyans. Der Vorgang bei der Oxydation des Schwefelnatriums durch Natronsalpeter kann durch folgende zwei Gleichungen ausgedrückt werden:

$$a)\ 2NaS + NaO, NO_5 + 4HO = 2NaO, SO_3 + NaO, HO + NH_3.$$

$$b)\ 5NaS + 4NaO, NO_5 + 4HO = 5NaO, SO_3 + 4NaO, HO + 4H.$$

Nach Pauli ist die Art der Reaction zum größten Theile von der Temperatur der erhitzten Lauge abhängig. Zwischen 138 und 143° geht der Natronsalpeter einfach in salpetrigsaures Natron über, bei 155° entwickelt sich Ammoniak unter stürmischem Aufsieden der Flüssigkeit. Die Menge des sich hierbei entwickelnden Ammoniaks ist so bedeutend, daß eine Condensation desselben lohnend erscheint; man würde in diesem Falle den zum Abdampfen dienenden Kessel mit einem gewöhnlichen Kokschurm verbinden. Bei acuter Concentration der Lauge, so daß der Siedepunkt weit höher steigt als 155°, hört die Ammoniakentwickelung auf und es findet reichliche Entwickelung von Stickstoffgas statt.

Um an Natronsalpeter zu sparen — 1 Tonne = 20 Ctr. Aetznatron nehmen immerhin 0,75 bis 1 Ctr. Natronsalpeter in Anspruch — oxydirt man die Lauge, aus welcher die Soda durch Krystallisirenlassen ausgeschieden wurde, dadurch in einigen Fabriken, daß man dieselbe durch einen Koksthurm laufen und dort einem Luftstrom begegnen läßt: das Schwefeleisen, welches durch das Schwefelnatrium in Lösung erhalten worden war, schlägt sich hierbei nieder. In anderen Fabriken treibt man mit Hülfe einer Luftpumpe atmosphärische Luft 6—8 Stunden lang in dünnen Strahlen durch die heiße Lauge. Dadurch wird das Schwefelnatrium oxydirt und die Flüssigkeit entfärbt.

Nach Ordway[1]) soll man die unreine Lösung des Aetznatrons mit Eisenoxyd (Colcothar oder gepulverter Rotheisenstein) mischen, welches die Masse beim Abdampfen an dem Zusammenschmelzen hindert und porös

[1]) Wagners Jahresbericht 1859 p. 156; 1860 p. 184.

erhält, so daß die Luft leicht in sie eindringen kann. Durch das Eisenoxyd wird das Schwefelnatrium, das Sulfit und das Hyposulfit mit Leichtigkeit oxydirt. Nach dem Glühen wird die Masse ausgelaugt und das sich absetzende Eisenoxyd immer wieder verwendet. Die Lauge wird von Neuem abgedampft und der Rückstand bis zum Schmelzen erhitzt. Das Natronhydrat, so wie es im Handel sich findet, enthält kieselsaures Natron, Natronaluminat, Sulfat, etwas Eisenoxyd, Kalk u. dgl. Man stellt daraus nach Pauli[1]) reines Aetznatron dar, indem man die Masse in einem gußeisernen Gefäße mehrere Stunden lang bei schwacher Rothglühhitze schmilzt, wobei sich blumenkohlartige Krystallmassen ausscheiden, welche aus Thonerdesilicat, Kochsalz, Sulfat und Kalk bestehen. Die klare geschmolzene Masse wird abgegossen; sie enthält Spuren von Soda, aber keine Thonerde, kein Eisenoxyd. —

Daß man bei dem billigen Preise des Natronsalpeters diesen Körper zur Herstellung von reinem Aetznatron verwenden kann, unterliegt keinem Zweifel. Die Ueberführung des Natronsalpeters in Aetznatron geschieht am besten durch Schmelzen des Salpeters mit fein zertheiltem Kupfer und Auslaugen des Aetznatrons. Die sich entwickelnden salpetrigen Dämpfe werden aufgefangen und verwerthet. Das beim Auslaugen zurückbleibende Kupferoxyd wird in metallisches Kupfer übergeführt.

Schwefelsäure.

(Zu Seite 224.)

In der Fabrikation der Schwefelsäure haben in den letzten Jahren wichtige Verbesserungen Platz gegriffen, die sich hauptsächlich auf folgende Operationen und Apparate beziehen:

1) Auf die Beseitigung der Bleikammern. Zahlreiche Versuche, welche in dieser Richtung angestellt worden sind, hatten nicht nur zum Zweck, die Ausgaben, welche die kostspieligen Bleikammern verursachen, zu verringern, sondern auch der Verunreinigung der Schwefelsäure mit Blei vorzubeugen. Steinplatten und Steinzeug, vulkanisirter Kautschuk, Schieferplatten und Zeïodelit (ein Gemenge von Sand und Schwefel) haben unbefriedigende Resultate ergeben. Dasselbe gilt von einem Vorschlage P. Ward's, nach welchem man die Reaction durch Vermehrung der Oberfläche befördern soll, zu welchem Behuf man in den Bleikammern eine Reihe von Glasplatten als Zwischenwände anbringt. Seit dem Jahre 1832 hat man übrigens in

[1]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 233.

Folge der Vorschläge von Phillips und später der von Kuhlmann, die Idee, schweflige Säure ohne Bleikammern in Schwefelsäure dadurch überzuführen, daß man erstere bei Gegenwart von fein zertheiltem Platin mit erhitztem atmosphärischem Sauerstoff zusammenbringt, nie aus den Augen verloren.

Unter den späteren Vorschlägen verdienen die von Persoz, Kuhlmann, Petrie und Gossage Erwähnung. Das Verfahren von Persoz (Seite 242) ist, weil bis jetzt noch keine Substanz gefunden wurde, welche der Einwirkung der stärksten Säuren widersteht, ungeachtet seiner Vorzüge in die Praxis nicht eingeführt worden. Nach Kuhlmann sollte man ein Gemenge von Schwefelwasserstoffgas (mittelst der Sodarückstände erhalten) mit atmosphärischer Luft durch Salpetersäure treiben, welche direct allen Schwefel in Schwefelsäure überführe. Die Praxis hat weder Kuhlmann's noch Petrie's Verfahren (Seite 241) adoptirt. Dasselbe gilt auch von dem Verfahren von Gossage[1]) und dem von Schmersahl und Bouck[2]), nach welchem man, ähnlich wie bei Schneider's Methode, schweflige Säure, Luft und Wasserdämpfe bei höherer Temperatur mit Bimsstein, Asbest u. dgl. zusammenbrachte. Das von Wöhler und Mahla (Seite 240) in Vorschlag gebrachte Verfahren, die schweflige Säure durch Leiten über Kupferoxyd oder Eisenoxyd in Schwefelsäure überzuführen, ist zu Oker versucht worden. Obgleich Schwefelsäure sich bildete, stand doch der erforderliche Zeitaufwand zu der Menge der producirten Schwefelsäure in einem ungünstigen Verhältniß.

2) Die Beseitigung der Salpetersäure in der Schwefelsäurefabrikation ist längst schon angestrebt worden. Die enorme Salzsäureproduction bei der Sodaerzeugung und die Schwierigkeit, die Salzsäure mit Vortheil zu verwenden, haben den Gedanken erweckt, sie in Form von Chlor in der Schwefelsäurefabrikation zu verwenden. Hähner's Verfahren (Seite 240) beruht auf dieser Reaction. Es ist mir nicht bekannt, ob diese Methode je im Großen zur Anwendung gekommen ist.

Als einziges Ergebniß aller in dieser Richtung angestellten Versuche hat sich herausgestellt, daß die Schwefelsäure ohne Salpetersäure oder Untersalpetersäure im Großen nicht mit Nutzen dargestellt werden kann. Die Art und Weise der Benutzung der oxydirenden Eigenschaften der Salpetersäure ist aber eine sehr verschiedene. Beachtenswerth ist ohne Zweifel das von Tennant-Dunlop (Seite 266) herrührende Verfahren, salpetrige Säure und Chlor gleichzeitig darzustellen.

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1858 p. 96.

[2]) Wagners Jahresbericht 1856 p. 58.

Bei allen Methoden, die im Vorstehenden erwähnt sind, wurde angenommen, daß die zur Schwefelsäurefabrikation erforderliche schweflige Säure ein Product der Verbrennung des Schwefels durch den atmosphärischen Sauerstoff sei. Die schweflige Säure oder selbst die Schwefelsäure kann jedoch noch auf andere Weise erhalten werden. Obenan steht die Erzeugung der schwefligen Säure durch Rösten von Kiesen, welche die wichtigste Verbesserung in der Schwefelsäurefabrikation ausmacht. Die übrigen in den letzten Jahren vorgeschlagenen Verfahren sind:

a) Glühen von Gyps oder Schwerspath mit Sand, Quarz oder Thon (Fremy);

b) Zersetzen von Kalksulfat durch Salzsäure (Cari-Montrand);

c) die Methode von Köhsel (Seite 246);

d) die von v. Seckendorff und Shanks (Seite 244);

e) die von Margueritte (Seite 246) und

f) das Verfahren von Keller[1]), nach welchem schwefelsaures Bleioxyd durch Schwefelwasserstoff zersetzt wird ($PbO, SO_3 + HS = PbS + SO_3, HO$).

3) Die Anwendung von Eisenkies anstatt des sicilianischen Schwefels zur Erzeugung der schwefligen Säure nimmt immer mehr überhand. Der Rückstand des Erhitzens des Kieses behufs der Schwefelerzeugung wird bekanntlich zur Fabrikation des Eisenvitriols und seit Jahrhunderten zur Bereitung der rauchenden Schwefelsäure verwendet. Die schweflige Säure, die sich beim Rösten des Pyrite bildet, wurde zuerst zur Speisung der Bleikammern zu Fahlun in Schweden verwendet. In Frankreich scheint die Idee, den Schwefelkies als Schwefelquelle zu benutzen, von Clément-Desormes herzurühren, welcher in dieser Richtung zahlreiche Versuche anstellte, ohne jedoch zu reussiren. Perret und Sohn in Chessy waren die ersten, welche das neue Verfahren im Großen ausbeuteten. In einem Brevet vom 20. November 1835 beschrieben sie ihre Methode. Wehrle und Braun wandten im Jahre 1837 in Oesterreich und Böhmen die Kiese zur Schwefelsäurefabrikation an und im Jahre 1838 begann man auch in England die Pyrite auf gleiche Weise zu benutzen. Einer der interessantesten und zugleich für die Industrie Großbritanniens wichtigsten ist unstreitig der auf Schwefelkies geführte großartige Bergbau in der Grafschaft Wicklow in Irland. Obgleich der absolute Werth des Schwefelkieses ein sehr geringer ist, so hat sich doch der irische Bergbau auf dieses Mineral durch die Eigenthümlichkeit der Umstände zu einer der gewinnreichsten bergbaulichen Unter-

[1]) Wagners Jahresbericht 1859 p. 138.

nehmungen Großbritanniens emporgeschwungen. Die Ursache zu der großartigen Ausbeutung eines früher verachteten Minerals, wie der Schwefelkies, entstand im Jahre 1838 dadurch, daß die neapolitanische Regierung die Ausfuhr des sicilianischen Schwefels, welcher bis dahin fast allein das Material zur Erzeugung von Schwefelsäure, dem wichtigsten Erforderniß zur Sodafabrikation in England und fast dem ganzen übrigen Europa, lieferte, mit einer enorm hohen Ausgangssteuer belegte, was sie um so eher ohne Gefahr thun zu können glaubte, als Neapel bisher den Handel mit Schwefel als sein Monopol betrachten konnte [1]). Es ist bekannt, wie diese Handelsmaßregel Neapels zu den ernstlichsten Zerwürfnissen mit England, dem sogenannten Schwefelkriege führte, indem dieses sich der Erhöhung des Ausgangszolles widersetzte, durch welche der gesammten englischen Sodafabrikation und den vielen anderen mit dieser zusammenhängenden Industriezweigen, ein empfindlicher Schlag versetzt wurde, und im Falle der Nichtherabsetzung des Zolles sogar mit einem Bombardement Neapels drohte. Durch Frankreichs Vermittelung wurden zwar diese Händel wieder gütlich beigelegt, jedoch waren sie hinreichend, um den englischen Sodafabrikanten zu zeigen, wie sehr sie von dem guten Willen der neapolitanischen Regierung abhängig seien, und um sich auch hier auf eigene Beine stellen zu können, gab man sich Mühe, ein Material ausfindig zu machen, welches den sicilianischen Schwefel bei der Fabrikation von Schwefelsäure ersetzen konnte. Es war dieses auch bald in den ungeheuren Schwefelkiesreichthümern der Grafschaft Wicklow in Irland gefunden, und es wurde nun in beständig so sehr wachsender Menge verarbeitet, daß, während im Jahre 1839 noch nicht 1 Pfd. Schwefelsäure aus Schwefelkies dargestellt wurde, heute über 4 Millionen Centner aus diesem Mineral in englischen Fabriken erzeugt werden.

Den Eisenkiesen sind fast durchweg kleine Mengen fremder Körper beigesellt, welche die Reinheit der Schwefelsäure beeinträchtigen. Es ist aus der Geschichte der Chemie bekannt, daß die Entdeckung des Selens mit der Anwendung des Schwefelkieses in der Schwefelsäurefabrikation innig zusammenhängt; es wurde im Jahre 1817 von Berzelius in dem Bodensatze (Schlamme) der Bleikammern der Fabrik zu Gripsholm in Schweden entdeckt, wo man Pyrite aus Fahlun zur Erzeugung der schwefligen Säure röstete. Bekanntlich wurde in unseren Tagen in den Kiesen neben Selen von Crookes und Lamy ein neues Element, das dem Blei in vieler Hin-

[1]) Das Monopol der Schwefelausfuhr war von dem neapolitanischen Gouvernement dem Haus Taix u. Co. in Marseille ertheilt worden, in dessen Folge der Preis des Schwefels (per Tonne) von 5 Pfd. St. auf 18 (von 60 auf 175 fl. Rh.) stieg.

sicht ähnliche Thallium entdeckt. Selen und Thallium sind jedoch im Ganzen unschädliche Verunreinigungen; von größerer Bedeutung für den vorliegenden Zweck sind die Arsenverbindungen, welche in größerer oder geringerer Menge in den Kiesen sich finden. Das Arsen derselben entweicht beim Rösten als arsenige Säure, welche mit der schwefligen Säure in die Bleikammern gelangt und dort die Schwefelsäure verunreinigt. Verwendet man solche Säure zur Sodafabrikation, so wird das Arsen durch die späteren Phasen der Fabrikation eliminirt; wol aber giebt es zahlreiche Anwendungen der Schwefelsäure, bei welchen die Gegenwart des Arsens nicht zulässig ist. Dies ist z. B. der Fall beim Verzinnen des Eisens, wo das Metall, ehe es in das Zinnbad getaucht wird, mit verdünnter Schwefelsäure gebeizt werden muß, um dem Eisen eine metallische Oberfläche zu geben; ist die angewendete Schwefelsäure arsenhaltig, so setzt sie auf dem Eisen hier und da Arsen ab und an diesen Stellen haftet das Zinn nicht. Daß die Schwefelsäure, die bei pharmaceutischen Präparaten (Weinsäure, Citronensäure) oder bei der Fabrikation von Essig verwendet werden soll, kein Arsen enthalten darf, liegt auf der Hand. Denn das Arsen verläuft sich zuweilen in Körper, wo man dessen Gegenwart am wenigsten vermuthen sollte. So fand man vor einigen Jahren Spuren von Arsen in Brot, das ursprünglich von arsenhaltigem Schwefelkies herrührte. Das betreffende Brot war nicht mit Hefe, sondern mit Hülfe von Kohlensäure erzeugt (sogenanntes *aërated bread*); die Kohlensäure war mittelst Soda und Salzsäure dargestellt worden. In der Salzsäure fand sich Arsen, was bewies, daß diese Säure aus Kochsalz und einer Schwefelsäure erhalten worden war, welche letztere mittelst arsenhaltigen Pyriten fabricirt worden.

4) Die Reinigung der Schwefelsäure. Durch Kochen der Schwefelsäure mit etwas Kochsalz entweicht das Arsen als Chlorarsen. In Chessy wendet man zum Reinigen der Schwefelsäure Schwefelbarium an. In anderen Schwefelsäurefabriken bedient man sich zu gleichem Zwecke des Schwefelwasserstoffgases, welches alles Arsen als Schwefelarsen fällt. Letzteres Verfahren hat auch noch den Vortheil, die Schwefelsäure von den höheren Oxydationsstufen des Stickstoffs zu befreien, deren Gegenwart so häufig ist und bei der Auflösung des Indigs zu Zwecken der Färberei so schädlich wirkt. (Dieses Verfahren ließ sich Hunt für England patentiren.)

Kuhlmann in Lille wendet in seiner Fabrik eine sehr einfache Methode an, welche darin besteht, die durch Rösten der Kiese erhaltene schweflige Säure zuerst in eine besondere kleine Bleikammer zu leiten, zu welcher aus dem Röstofen ein weites Bleirohr führt. Dadurch werden die Dämpfe und Gase beträchtlich abgekühlt, ehe sie in die großen Bleikammern gelangen, wodurch

der späteren Condensation der Schwefelsäure Vorschub geleistet wird. In den kleinen Vorkammern aber setzt sich zugleich mit der direct entstandenen Schwefelsäure fast alle arsenige Säure ab. Neben dieser Säure scheiden sich in den Vorkammern und dem Bleirohr Eisenoxyd, Selen und Thallium ab. In Folge dieser Abscheidung konnte Lamy das Thallium in größerer Menge herstellen und es genauer untersuchen. Die Schwefelsäure aus den Vorkammern wird für sich weiter behandelt und ausschließlich zur Sulfatfabrikation benutzt.

Alle Methoden jedoch, mit Hülfe von Eisenkies eine arsenfreie Schwefelsäure darzustellen, boten noch gewisse Schwierigkeiten dar, so daß man noch sicilianischen Schwefel anwendet, wenn man völlig reine Schwefelsäure erhalten will.

Trotz der massenhaften Verwendung der Pyrite in der Schwefelsäurefabrikation ist der Schwefelexport in Sicilien noch in fortwährender Zunahme begriffen. Dies erklärt sich durch den gesteigerten Verbrauch von Pulver und durch die Anwendung des Schwefels bei der Traubenkrankheit.

5) Die Art der Verbrennung des Schwefels. Der Theorie nach sollte man in den Schwefelofen auf jedes Aequivalent Schwefel nicht mehr als drei Aequivalente Sauerstoff eintreten lassen; nämlich zwei zur Ueberführung in schweflige Säure, und das dritte Aequivalent zur Umwandelung der letzteren in Schwefelsäure. Um dieser Grenze so viel als möglich sich zu nähern, hat man zahlreiche Einrichtungen vorgeschlagen, unter welchen das System von Harisson Blair eine hervorragende Stelle einnimmt [1]). In einigen Fabriken wendet man zur Regelung der Luftzufuhr ein Anemometer, besonders das von Combes an, welches durch ein Rohr mit dem Schwefelofen in Verbindung steht, so daß alle in den Ofen strömende Luft das Anemometer passiren muß. In Belgien wendet man zuweilen das von Stas vorgeschlagene Verfahren an, nach welchem man einestheils nur die zum Verbrennen des Schwefels erforderliche Luft zutreten läßt, anderntheils durch ein mit Klappen versehenes Rohr die genau gemessene Luftmenge, die zur Ueberführung der schwefligen Säure in Schwefelsäure gehört. Welches Verfahren auch angewendet werden mag, die aus den Kammern tretende Luft darf nicht mehr als 2—3 Proc. Sauerstoff enthalten. Durch sorgfältige Ueberwachung der Schwefelöfen ist es dem Fabrikanten gelungen, aus 100 Kilogr. käuflichem Schwefel 306 Kilogr. Schwefelsäure von 1,843 spec. Gewicht zu erhalten, während nach der gewöhnlichen Methode selten mehr als 280 bis 290 Kilogr. gewonnen werden.

6) Bei der Verwendung von Kiesen zur Erzeugung der schwefligen

---

[1]) Vergleiche Bulletin de la société d'encouragement 1863, Août, p. 485.

Säure treten zwei Uebelstände auf: der eine besteht in der Zunahme des Volumens der Gase, welche in die Kammern treten; diese Zunahme ist eine Folge der Oxydation des Eisens, welche Stickstoff im Ueberschuß den Gasen zugesellt. Der andere Uebelstand liegt in der schwierigeren Verbrennung des Schwefels, wenn derselbe verbunden ist. Der erstgenannte Uebelstand hat eine Vergrößerung der Kammern erforderlich gemacht, den zweiten hat man durch zweckmäßigere Construction der Röstöfen, die man den gewöhnlichen Kalköfen ähnlich macht, zu begegnen gesucht. Daß man aus den Röstrückständen das Kupfer zu gewinnen sich bemüht, wurde schon S. 620 erwähnt.

7) Die Anwendung des bei der Reinigung des Leuchtgases abfallenden Schwefels zur Schwefelsäurefabrikation ist ein neues und sicher interessantes Factum. Bei der Reinigung des Gases wendet man zum Entschwefeln ein Gemenge von Eisenoxyd und anderen Körpern [1]) an, in welchem sich der Schwefel bis zur Menge von 40 Proc. ansammelt. Hills röstet nun das schwefelhaltige Gemenge in einem besonderen, in England patentirten Ofen, um schweflige Säure für die Schwefelsäurefabrikation und andererseits Eisenoxyd zu erzeugen, welches von Neuem zur Entschwefelung des Kohlengases verwendet wird. In der großen Schwefelsäurefabrik des Herrn Lawes zu Barking Creek an der Themse wurden von dem schwefelhaltigen Gemenge aus den Gasfabriken Londons

im Jahre	1859	. . . .	14,740 Ctr.
„ „	1860	. . . .	40,700 „
„ „	1861	. . . .	43,600 „

verarbeitet. 1 Tonne (= 20 Ctr.) dieses Gemenges giebt $1\frac{1}{4}$ Tonne englischer Schwefelsäure. (Die Steinkohlenmenge, welche jährlich in London zur Leuchtgasgewinnung verwendet wird, enthält 200,000 Ctr. Schwefel, entsprechend 612,500 Ctr. englischer Schwefelsäure!)

Die Absorption der salpetrigen Dämpfe, vor länger als 20 Jahren von Gay-Lussac vorgeschlagen und eingeführt, ist in neuerer Zeit in Folge des niedrigen Preises des Natronsalpeters wieder aufgegeben worden.

8) Die Concentration der Schwefelsäure geht entweder in Glas- oder in Platingefäßen vor sich. Beide Methoden sind aber kostspielig, erstere wegen des Bruches, letztere wegen der Zerstörbarkeit des Platins durch siedende Schwefelsäure, besonders bei Gegenwart von salpetriger Säure. Alle bis jetzt vorgeschlagenen Mittel, die Concentration auf andere Weise zu

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1860 p. 600.

bewirken, so nach v. Seckendorff[1]) in gußeisernen Retorten, welche zum Theil mit Sand oder Gyps angefüllt sind, oder nach Keller[2]) durch Benutzung des Vacuums, oder nach dem Verfahren von Clough[3]), oder endlich nach Gossage, indem man einen erhitzten Luftstrom durch einen mit Kieselsteinen angefüllten Bleithurm, in welchem die zu concentrirende Schwefelsäure von oben nach unten läuft, von unten nach oben treibt — haben zu keinen befriedigenden Ergebnissen geführt. In England verläßt man nach und nach die Platingeräthe und kehrt wieder zum Glase zurück, welches, weil man die Retorten (aus bleihaltigem Glase) sorgfältiger fabricirt als früher, vortheilhafte Resultate giebt. Man erhitzt sie entweder über freiem Feuer oder in Kapellen. In dem Destillirraume wird fortwährend eine hohe Temperatur unterhalten, um die oberen Theile der Retorten vor kaltem Luftzuge zu bewahren. Man benutzt ferner die Retorten continuirlich, indem man die concentrirte Säure mittelst eines Hebers abzieht und durch die zu concentrirende, aber bereits vorgewärmte Säure ersetzt.

Chlorkalk.

(Zu Seite 262.)

C. Schrader giebt für die Fabrikation des Chlorkalks nachstehende, der Praxis entnommene Anleitung. Eine wesentliche Bedingung zur Erzielung eines guten Chlorkalks ist ein reiner, thon- und eisenfreier Kalk. Derselbe muß in möglichst frisch gebranntem Zustande zur Verarbeitung gelangen und der Art gelöscht werden, daß er einen bestimmten Gehalt an Feuchtigkeit besitzt. Durch eine Reihe von Versuchen sind die Grenzwerthe von 6—12 Proc. für den geeignetsten Feuchtigkeitsgehalt für einen zur Darstellung von Chlorkalk zu verwendenden Kalk erkannt worden. Zur Darstellung eines derartigen Kalkhydrats bedient man sich einer durchlöcherten Schaufel oder Schippe. Man bringt auf diese den gebrannten Kalk und hält die Schippe so gefüllt in eine Wanne mit Wasser. Nach wenigen Minuten beginnt der Kalk sich zu löschen, und läßt man denselben so lange im Wasser, bis die Hauptreaction vorüber ist. Man hebt die Schippe dann aus dem Wasser und läßt sie ablaufen. Der Kalk wird auf eine Tenne geworfen und, nachdem eine genügende Menge desselben beinahe staubtrocken gelöscht ist, wird die ganze Menge mittelst einer Gießkanne angefeuchtet und

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1855 p. 56.

[2]) Wagners Jahresbericht 1859 p. 139; 1860 p. 174.

[3]) Wagners Jahresbericht 1860 p. 172.

andauernd durchgeharkt. Man hat es so in der Hand, dem Kalke den gewünschten Feuchtigkeitsgrad zu geben. Nach dem Erkalten ist der so gewonnene Kalk zum Eintragen in die Kammer vorbereitet. Von wesentlichem Einflusse für das weitere Gelingen der Operation sind die Art und die Dimensionen des gesammten Apparats. Was die Entwickelungsapparate anbelangt, in denen durch Braunstein und Salzsäure Chlor dargestellt wird, so bestehen dieselben zunächst aus einem Troge von Sandstein, welcher aus einem Stücke gearbeitet und dann in Theer gekocht ist. Hierdurch werden selbst nicht zu harte Sandsteine sehr fest und ganz undurchdringlich für Flüssigkeiten und Säuren. An einer Seite dieses Troges befindet sich eine Oeffnung, welche durch einen Sandsteindeckel dicht zu verschließen ist. Durch diese Oeffnung wird die resultirende Manganlauge nach beendeter Operation abgelassen. Den Verschluß dieser Tröge bildet ein Sandsteindeckel, in dem sich ein Mannloch, sowie ein Gasableitungsrohr befindet. Die weitere Construction der Apparate unterscheidet sich von den bekannten Einrichtungen nur darin, daß zur Erwärmung der Chlormischung entweder ein Dampfrohr in den Kasten geleitet wird oder die Tröge mit einem Mantel umgeben sind und so von außen erwärmt werden. Diese Mäntel können aus Sandstein construirt oder, was weit billiger, aus Holz hergestellt werden. In diesem Falle bedient man sich am besten runder Tröge, um die Dichtungen des Mantels leichter bewirken zu können. Die Wahl für eine dieser Anordnungen muß Hand in Hand gehen mit dem zur Verwendung stehenden Braunstein. Schließt sich letzterer leicht durch Salzsäure auf, beeinträchtigt eine geringe Verdünnung dieser die Lösung des Braunsteins wenig, so wird stets der Methode, welche durch directes Einleiten von Wasserdampf die Erwärmung bewirkt, der Vorzug zu geben sein. Es ist dieses Verfahren in der Ausführung und Anlage mit den geringsten Kosten verknüpft.

In früheren Zeiten wurde der Braunstein in den Trog eingebracht und später die Säure darauf gegeben. Die mehrfachen Uebelstände, welche ein derartiges Verfahren hervorrief, wurden Veranlassung, in die Tröge Sandsteinroste zu legen und auf diese den Braunstein zu schütten. Man hat hierdurch verschiedene Vortheile erreicht, unter anderen den, nach beendeter Operation eine klare Manganlauge abziehen zu können und auf den Rosten den überschüssigen Braunstein zurückzubehalten. Um eine noch größere Einwirkungsfläche der Salzsäure auf den Braunstein darzubieten, findet man auch in einigen Fabriken eine noch andere Vorrichtung. Es wird hier der Braunstein in runde thönerne, siebartig durchbrochene Gefäße gethan und diese, so angefüllt, in den Trog eingehängt.

Das Eingießen der Salzsäure in die Tröge kann ebenfalls auf ver-

schiedene Weise erzielt werden. Die vorzüglichsten Methoden sind folgende: Man construirt den Deckel des Apparats der Art, daß man eine mittelst eines Sandsteinstöpsels verschließbare Oeffnung in demselben läßt, durch welche die Säure mittelst eines aus Blei gefertigten Gefäßes eingegeben wird. Oder es sind außerhalb des Gebäudes, in dem sich die Apparate befinden, Sandsteinkrippen der Art angebracht, daß zu jedem Entwickelungstroge eine derartige Vorrichtung gehört. Aus derselben führt ein Rohr in den Entwickelungsapparat, welches in letzterem ein Knie hat und gegen 1 Fuß in denselben hineinführt. Es wird so ein pneumatischer Verschluß erzielt, und ist durch diese Vorrichtung das sonst sehr umständliche und lange dauernde Eingießen von Säure äußerst rasch und leicht zu bewerkstelligen. Von den sonstigen Einrichtungen dieser Apparate ist noch das nach den Kammern hinführende Chlorleitungsrohr zu beschreiben. Dasselbe kann entweder in einen auf dem Deckel des Apparats sich befindenden Sandstein-Aufsatz eingelassen werden oder direct in dem Deckel angebracht sein. Die Leitung selbst macht man aus Thonröhren und verkittet dieselben mittelst eines aus Oel und Kreide geschlagenen Kittes. Man leitet in diesen Röhren das Chlor nun der Art nach den Kalkkammern, daß man es zunächst einen Tourille passiren läßt. Es ist nicht unzweckmäßig, diesen mit in Schwefelsäure getränkten Koks zu füllen, um das Gas so viel wie möglich zu trocknen. Zu diesem Behufe werden auch möglichst lange Röhrenstrecken vorgezogen und führt man dieselben der Art, daß sie unter einem Winkel in die Kammern münden. Dem in ihnen etwa noch condensirten Wasser wird es hierdurch ermöglicht, nach den Tourilles abzufließen.

Der dritte Theil des Apparats besteht aus den schon erwähnten Kammern, in denen das Kalkhydrat der Einwirkung des Chlors ausgesetzt wird. Dieselben sind je nach dem in der Gegend vorhandenen Baumaterial entweder aus Sandstein, Schiefer oder Backsteinen erbaut. Bleikammern, die auch vielseitig in Vorschlag gewesen, haben sich insofern nicht bewährt, als sie bei einem sehr hohen Anlagekapital nicht lange der Einwirkung des Chlors widerstehen. Der Boden dieser Kammern ist entweder gedielt oder mit Backsteinen gepflastert. Die Kammern werden am besten mit getheertem Holze gedeckt. Man legt über die Kammern Balken von 6 und 8 Zoll, in Entfernung von etwa 4 Fuß, schneidet in dieselben schwalbenschwanzartige Falze und zieht in diese 2zöllige Bohlen, welche ebenfalls in einander genuthet und gefalzt sind, ein. Das ganze Holzwerk ist in Theer gekocht worden und mit Theerkitt gedichtet. Eine solche Construction widersteht ausgezeichnet jeder Einwirkung des Chlorgases und hält sehr dicht. Der innere Raum wird in der Kammer am besten ganz frei gelassen und der Kalk nur auf dem Boden

der Kammer in einer halbzölligen Schicht ausgebreitet. 100 Pfd. Kalkhydrat gebrauchen hierzu 34 Quadratfuß Raum. Die früher üblichen Horden sind als die Arbeit erschwerend beinahe durchgängig beseitigt worden. Ebenso ist ein Umharken des Kalks während der Operation als unnütz erkannt worden und bleibt der Kalk während der Dauer der Operation in angegebener Weise der Einwirkung des Chlors ausgesetzt.

Die Bedingungen, welche bei der mittelst dieses Apparats auszuführenden Arbeit eingehalten werden müssen, sind folgende: Dem Kalkhydrat muß allmälig in stets zunehmender Menge Chlorgas zugeführt werden. Unterläßt man dieses, so tritt eine durch die rasche Absorption hervorgerufene starke Temperaturerhöhung ein und giebt Veranlassung zur Bildung von chlorsaurem Kalke. Das Kalkhydrat darf nicht mit Chlor übersättigt werden, widrigenfalls ein zu rasch sich zersetzender Chlorkalk erzielt wird, d. h. es müssen die Mengen des angewandten Kalkhydrats in einem bestimmten, durch die Praxis ermittelten Verhältnisse zur Menge des entwickelten Chlors stehen. Mit dem zunehmenden Gehalte an Chlor nimmt die Absorptionsfähigkeit des Kalks der Art ab, daß nach beendeter und richtig geleiteter Operation stets neben einem großen Ueberschusse an Chlor in den Kammern (es müssen diese bei ihrer Oeffnung grün durch in ihnen vorhandenes Chlor aussehen) noch freier Aetzkalk im fertigen Präparate vorhanden sein muß.

Die Handhabe zur Leitung des Processes nach den vorstehenden Angaben liegt nun in den beschriebenen Chlorentwickelungsapparaten und in dem Anhaltspunkte, welchen man durch die Analyse der in denselben sich findenden Säure jeder Zeit gewinnen kann. Bei Beobachtung der genannten Punkte gelingt es, einen Chlorkalk zu fabriciren, welcher bei einem Gehalte von 33 bis 35 Proc. an bleichendem Chlor höchstens 3 bis 4 Proc. an diesem im Laufe eines Jahres einbüßt, vorausgesetzt, daß er sorgfältig verpackt und vor directer Sonnenhitze und Nässe geschützt aufbewahrt wird. Zur Herstellung von 1 Centner Chlorkalk von 33 bis 35 Proc. an bleichendem Chlor gebraucht man nach dieser Anordnung $3\frac{1}{2}$ bis 4 Centner Salzsäure von 21—22° B. und erzielt aus 1 Ctr. Kalkhydrat $1\frac{1}{2}$ Ctr. Chlorkalk.

Von neuen Bleichsalzen hat man empfohlen die unterchlorigsaure Thonerde (Wilson's Bleichliquor, Chloralaunerde)[1], das unterchlorigsaure Zinkoxyd (Varrentrapps Bleichsalz)[2], den unterchlorigsauren Baryt (Chlorbaryt).

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1860 p. 188.

[2]) Wagners Jahresbericht 1859 p. 548; 1860 p. 189.

Zur Darstellung des Chlorgases sind verschiedene neue Methoden in Vorschlag oder in Anwendung gekommen, so

1) das Verfahren von J. Shanks[1]), welches in der großen chemischen Fabrik von St. Helens in Lancashire eingeführt ist. Nach demselben wird chromsaures Kalk durch Salzsäure zerlegt, wobei sich Chromchlorid und Chlorcalcium bilden und ein Theil des Chlors frei wird ($2\,CaO, CrO_3 + 8\,HCl = Cr_2Cl_3 + 2\,CaCl + 3\,HO + 3\,Cl$). Aus 158 Th. Chromsäure kann man somit 106 Th. Chlor erhalten. Das hierbei erhaltene Chromchlorid wird mit kohlensaurem Kalk gefällt, abermals durch Glühen mit Kalk in chromsauren Kalk umgewandelt u. s. f. Obwol dieses Verfahren nur unter ganz besonderen Umständen Anwendung finden dürfte, so verdient es doch jedenfalls Beachtung.

2) Schlösing's Methode[2]) bezweckt alles in der Salzsäure enthaltene Chlor zur Ausnutzung zu bringen. Läßt man auf Mangansuperoxyd ein Gemenge von Salpetersäure und Salzsäure einwirken, so beobachtet man, daß über einem gewissen Grade der Concentration beim Erwärmen eine Mischung von Chlor mit den röthlichen Produkten des Königswassers entweicht, daß man aber bei geringerem Concentrationsgrade bis zum Sieden erhitzen kann, ohne ein anderes Gas als Chlor zu erhalten, indem die Salpetersäure sich vollständig mit dem entstandenen Manganoxydul zu salpetersaurem Manganoxydul verbindet, während aus der Salzsäure Chlor und Wasser entsteht. Andererseits bleibt beim Rösten des erhaltenen salpetersauren Manganoxyduls Mangansuperoxyd zurück, während die entweichenden rothen Dämpfe bei Gegenwart von Luft und Wasser wieder Salpetersäure bilden. Das Manganoxyd und die Salpetersäure können demnach, abgesehen von den unvermeidlichen Verlusten, immer wieder zur Darstellung von Chlor dienen; die Salpetersäure spielt hier, indem sie den Sauerstoff zur Zersetzung der Salzsäure aus der Luft herbeiführt, eine ähnliche Rolle wie bei der Schwefelsäurebereitung. Aus den Versuchen, die von Schlösing angestellt wurden, ergiebt sich, daß bei der Einwirkung einer Mischung, welche in 100 Th. 12 Th. Chlorwasserstoff, 23 Th. Salpetersäure und 65 Th. Wasser enthält, auf überschüssiges Mangansuperoxyd keine Spur von rothen Dämpfen entsteht, vorausgesetzt, daß die Temperatur anfangs nicht zu hoch steigt. Schlösing erhielt bei 2 Versuchen 96 und 90 Proc. der berechneten Chlormenge. Die Zersetzung des salpetersauren Mangan-

---

[1]) Oesterreich. Bericht über die internationale Ausstellung in London 1862; Wien 1863 p. 66.

[2]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 235.

oxyduls beginnt bei 150° und verläuft bei 175—180° regelmäßig bis zu Ende; das rückständige Oxyd ist ziemlich hart und dicht und sehr reich an Superoxyd (in einem Fall 93,3 Proc. reines Superoxyd neben etwas Kalk und Eisen). Da sich bei der Zersetzung weder Stickstoff noch Stickstoffoxydul bildet, so hängt die vollständige Wiedergewinnung der Salpetersäure nur von der Vollkommenheit der Condensationsmethode ab. Bei Anwendung von Apparaten, welche, wie ein Schlangenrohr, eine Reihe von Flaschen oder ein weites mit Bimstein erfülltes Rohr, denjenigen der Praxis nachgeahmt waren, und einem Strom kalten Wassers, erhielt Schlösing bei einem Verlust von 9 Proc. eine Säure von 34° B. Nach diesen Resultaten erscheint ein Versuch im Großen wohl gerechtfertigt.

3) Nach Binks's Methode[1]) zersetzt man 1 Aequiv. Manganchlorür durch 1 Aeq. gebrannte Magnesia, treibt durch die Flüssigkeit erwärmte Luft, wodurch, wie der Urheber der Methode meint, das sich ausscheidende Manganoxydul zu Mangansuperoxyd oxydirt wird, und fügt noch 1 Aeq. Chlormagnesium hinzu. Hierdurch erhält man eine Mischung von 1 Aeq. Mangansuperoxyd und 2 Aeq. Chlormagnesium. Diese giebt beim Eindampfen und Calciniren 2 Aeq. Magnesia und 1 Aeq. Manganchlorür unter Entwickelung von 1 Aeq. Chlor. Wird der Rückstand wieder der Behandlung mit heißer Luft unterworfen und hierauf 1 Aeq. Salzsäure hinzugefügt, so resultirt wieder das Gemisch von 2 Aeq. Chlormagnesium und 1 Aeq. Mangansuperoxyd.

4) Nach A. Vogels[2]) Methode zersetzt man Kupferchlorid in der Wärme, wobei 3 Aeq. Kupferchlorid 1 Aeq. Chlor abgeben (nach Laurens wäre der Vorgang: $2\,CuCl = Cl + Cu_2Cl$). Das krystallische Kupferchlorid wird mit dem halben Gewicht Sand vermischt, vollständig entwässert und das trockne Gemenge in Thonretorten auf 250—300° erhitzt, wobei das Chlorgas sich entwickelt. Den Rückstand in den Retorten, aus Kupferchlorür-Chlorid bestehend, verwandelt man wieder in Chlorid, indem man ihn mit Salzsäure gemischt 12 Stunden lang der Luft aussetzt. Mit dem so regenerirten Chlorid stellt man von neuem Chlorgas dar.

5) Wenn man nach Péligot 3 Th. Kalibichromat mit 4 Th. concentrirter Salzsäure und etwas Wasser so gelinde erwärmt, daß keine Chlorentwickelung stattfindet, so erhält man beim Erkalten der Flüssigkeit Krystalle von zweifach chromsaurem Chlorkalium $KCl, 2\,CrO_3$, denn:

---

1) Wagners Jahresbericht 1862 p. 237.

2) Wagners Jahresbericht 1861 p. 177.

$$\left.\begin{matrix} KO, 2\,CrO_3 \\ HCl \end{matrix}\right\} \text{geben} \left\{\begin{matrix} KCl, 2\,CrO_3 \\ HO \end{matrix}\right.$$

Diese Krystalle, die nach Geuther[1]) auch als aus 1 Aeq. chromsaurem Chromsuperchlorid, verbunden mit 3 Aeq. Kalichromat, bestehend betrachtet werden können, geben nach Gentele[2]) beim Erhitzen bis auf 100° ihr Chlor fast vollständig ab. Der Rückstand kann durch Auflösen in Salzsäure wieder in das ursprüngliche Salz verwandelt werden.

Ammoniak.

(Zu Seite 294 und Bd. V p. 342.)

Margueritte und de Sourdeval[3]) haben die für die Bereitung von Ammoniaksalzen, Blutlaugensalz- und Berlinerblaufabrikation wichtige Thatsache aufgefunden, daß der Baryt den Stickstoff der Luft oder der Thiersubstanzen leichter aufnimmt und leichter in Cyanverbindungen übergeht als Potasche und Soda. Das hierbei sich bildende Cyanbarium kann Anwendung finden zur Darstellung von Cyankalium, Berlinerblau, Ferrocyankalium, Ferrocyanbarium und Ferrocyanwasserstoffsäure; besonders auch zur Darstellung von Ammoniaksalzen. Indem man nämlich bei 300° einen Strom von Wasserdämpfen über Cyanbarium leitet, wird aller Stickstoff desselben als Ammoniak ausgetrieben. Nach der Patentbeschreibung von W. Clark verfährt man dabei auf folgende Weise: Man calcinirt kohlensauren Baryt (entweder Witherit oder durch Fällung dargestellten) in einem Tiegel mit 20 bis 30 Proc. Steinkohlentheer, um die Masse zu zertheilen und porös zu machen. Nachdem auf diese Weise Aetzbaryt dargestellt, läßt man den Tiegel bis zum Dunkelrothglühen erkalten und taucht ihn dann in siedendes Wasser ein, welches allmählig durch die Poren des Tiegels eindringt, worauf der gebildete Dampf mit dem Inhalt desselben in Wechselwirkung tritt. Anfangs entwickelt sich brennbares Gas, dann sinkt die Temperatur und es beginnt, am Geruch kenntlich, die Entwickelung von Ammoniak. In diesem Augenblick öffnet man den Tiegel, die Luft tritt ein und wirkt ihrerseits auf den Inhalt. Die Kohle oxydirt sich, der Baryt verbindet sich mit dem Wasser, und dadurch bleibt während einer starken Ammoniakentwickelung die Temperatur auf der Rothglühhitze erhalten. Man stellt das Ganze in einen geschlossenen Raum, damit man durch eine Pumpe oder

---

[1]) Annal. der Chemie u. Pharm. CVI. p. 240.

[2]) Wagners Jahresbericht 1861 p. 178.

[3]) Wagners Jahresbericht 1860 p. 213; 1861 p. 199.

einen Exhaustor das Ammoniak ableiten und mittelst gesäuerten Wassers, Eisenvitriol, Manganchlorür oder dgl. absorbiren lassen kann.

Das Verfahren kann auch in abgeänderter Weise ausgeführt werden: Man glüht das erwähnte Gemisch in einer thönernen oder eisernen Retorte, läßt wie oben erwähnt, abkühlen und dann einen Strom Luft einströmen, der vorher mit Wasserdampf gesättigt worden ist, indem man ihn über siedendes Wasser hat streichen lassen. Ist die Temperatur zu hoch, so entweicht nur Wasserstoff und andere brennbare Gase; aber etwas unter 300° C. entwickelt sich augenblicklich Ammoniak. Hat die Entwickelung nachgelassen, so öffnet man die Register der Feuerung und erhitzt die Retorte bis zum hellen Rothglühen, ohne sie zu entleeren; dadurch wird die Masse in derselben wieder zur Entwickelung von Ammoniak unter den vorher angegebenen Umständen tauglich und kann auf diese Weise eine gewisse Zeit lang immer wieder benützt werden. Da jedoch jedesmal ein Theil des kohlensauren Baryts und Barythydrats reducirt und Kohle verbrannt wird, so wird das Gemisch endlich unbrauchbar und es muß ihm dann von der ursprünglichen Mischung zugesetzt werden. Beim Baryt findet indessen ein wirklicher Materialverbrauch nicht statt.

Nachdem Clark anfangs Luft angewandt hatte, kam derselbe auch auf den Gedanken, Stickstoff oder von ihrem Sauerstoff befreite Luft anzuwenden. Zu dem Ende stellt er reinen Stickstoff dar durch Ueberleiten von glühender Luft über Eisen- oder Kupferfeilspäne, oder über Schwefelcalcium, welches stets durch Calciniren mit Kohle wiederbelebt werden kann. Auch wendet er Luft an, welche mit einem Ueberschuß von Holzkohlen geglüht worden ist und weder Sauerstoff noch Kohlensäure mehr enthält. Stickstoff scheint der Luft vorzuziehen zu sein, da die Gegenwart von Sauerstoff die Entwickelung von Ammoniak vermindert, indem derselbe durch Bildung von Kohlensäure die Wirkung des Barythydrats schwächt; der Sauerstoff verbindet sich auch mit dem Stickstoff und dem durch Zersetzung des Wasserdampfes entstandenen Wasserstoff.

Auch H. Fleck sucht Ammoniak mit Hülfe des atmosphärischen Stickstoffs zu bereiten. Kalkhydrat giebt beim Rothglühen sein Hydratwasser wieder ab, welches im Augenblick des Freiwerdens leichter als der gewöhnliche Wasserdampf in seine Bestandtheile zersetzt werden kann. Bringt man mit „diesem Wasser" ein Gemisch von Stickstoff und Kohlenoxyd in Berührung, so bilden sich Ammoniak und Kohlensäure:

Stickstoff N Kohlenoxyd 3 CO Wasser 3 HO	geben	Ammoniak NH_3 und Kohlensäure 3 CO_2

Tritt mit Wasserdampf gesättigte atmosphärische Luft über den von seinem Wasser befreiten Kalk, so wird die Verwandtschaft des letzteren zum Wasser durch die Temperatur aufgehoben, das Wasser selbst aber über die Kalkschicht in einen „erregten" Zustand übergeführt und dadurch dem Einflusse des Stickstoffes und Kohlenoxydes zugänglich gemacht. Leitet man daher ein Gemenge von Stickstoff, Kohlenoxyd und Wasserdampf über glühenden Kalkhydrat, so ist nach der Anschauungsweise von Fleck die Möglichkeit der Bildung von Ammoniak gegeben.

Barytpräparate.

(Zu Seite 536.)

Der Baryt kommt als Schwerspath (BaO, SO_3) und als Witherit (BaO, CO_2) in großer Menge im Mineralreiche vor. Gehört das letztere Mineral vorzüglich England (namentlich den Grafschaften Lancashire, Flintshire, Shropshire, Cumberland, Durham, Westmoreland, Northumberland) an, so findet sich dagegen der Schwerspath in deutschen Gebirgen, so im Spessart, im Odenwalde, im Schwarzwalde u. s. w. in so bedeutender Menge, daß die Frage nach seiner Verwendung schon seit länger als fünfzig Jahren ventilirt, bis auf den heutigen Tag aber nicht erschöpfend beantwortet wurde. Wenn man von der Benutzung der Barytmineralien zur Herstellung der chemischen Barytpräparate absieht, so läßt sich behaupten, daß vor dem Jahre 1830 der Schwerspath nur als Zusatz von Bleiweiß, hin und wieder zur Verfertigung von Capellen und von Testen zum Silberfeinbrennen und auch als Streusand, Verwendung fand. Seit etwa 20 Jahren hat sich der Stand der Dinge geändert, man erkannte nach und nach die werthvollen Eigenschaften des Baryts und der Barytpräparate, und suchte diese Eigenschaften der Industrie dienstbar zu machen.

Von den chemischen Eigenschaften des Baryts, die in industrieller Hinsicht von besonderer Tragweite sind, steht oben an die, durch Schwefelsäure aus allen seinen Verbindungen als ein unlösliches, blendendweißes Pulver ausgeschieden zu werden. In Folge dieser Eigenschaft eignet sich der Baryt zur Darstellung von unzähligen chemischen Präparaten. Eine andere Eigenthümlichkeit des Baryts besteht darin, daß er leichter als Kali und Natron die Elemente des Stickstoffs und Kohlenstoffs zu Cyan vereinigt und deshalb für die Zukunft der Blutlaugensalzfabrikation, der Blaufärberei, sowie für die Bereitung der Ammoniaksalze, ein wichtiger Körper geworden ist. Daß der Baryt mit Rohrzucker beim Erwärmen eine in

Wasser unlösliche Verbindung giebt; daß der Baryt im erhitzten Zustande mit atmosphärischer Luft zusammengebracht, Sauerstoff aufnimmt und in Bariumsuperoxyd übergeht, welches zur Darstellung von Sauerstoffgas Anwendung gefunden hat; daß der Baryt so gut wie das Bleioxyd in die Glasmasse einzutreten vermag und Gläser bildet, die den Bleigläsern den Rang streitig machen; daß der Baryt als starke Base in vielen Fällen statt des Kali's angewendet werden kann, wenn es sich um die Ausfällung von Metalloxyden (in der Farbenfabrikation), um die Spaltung neutraler Fette in Glycerin und Fettsäuren, um die Nitrification (selbst behufs der Darstellung von Kalisalpeter) u. s. w. handelt — alles dies ist für die technische Gewerbsthätigkeit wichtig und sehr ausgedehnter Anwendungen fähig.

Für die deutsche Industrie ist hauptsächlich der Schwerspath von Interesse, der, wenn wir von seiner Anwendung in fein gemahlenem Zustande zum Versetzen der Farben (des Bleiweißes, der grünen und blauen Kupferfarben, des Chromgelb, der Smalte, ja selbst zuweilen des Ultramarins) absehen, vor seiner industriellen Benutzung entweder in kohlensauren Baryt oder in Chlorbarium übergeführt werden muß. Zu dem Ende wird der Schwerspath durch Kohle zu Schwefelbarium reducirt und letzterer entweder durch einen Strom Kohlensäuregas in kohlensauren Baryt, oder durch gewisse Metalloxyde wie Kupferoxyd, Zinkoxyd in Aetzbaryt, oder durch Salzsäure in Chlorbarium übergeführt. Eine zweckmäßige Methode des Aufschließens des Schwerspaths gehört aber noch zu den Wünschen des technischen Chemikers, denn selbst das Verfahren von Asselin, Schwerspath mit Chlorcalcium und Holzkohle zu glühen, oder die Methode von Kuczynski, das Aufschließen des Schwerspaths durch Zusatz von Kochsalz zu erleichtern, lassen in Bezug auf die Vollständigkeit des Aufschließens viel zu wünschen übrig. Ein Zusatz von Glaubersalz zum Schwerspath möchte anzurathen sein, wenn das Aufschließen auf dem Herde eines Flammenofens geschieht. Nach Kuhlmann stellt man das Chlorbarium, welches den Ausgangspunkt der Darstellung der Barytpräparate bildet, durch Absorbirenlassen der bei der Sodafabrikation zuletzt entweichenden Salzsäuredämpfe durch kohlensauren Baryt oder durch Glühen eines Gemenges von Schwerspath mit Manganchlorür und Kohle und Auslaugen mit Wasser dar ($BaO, SO_3 + MnCl + 4\,C = BaCl + MnS + 4\,CO$)[1].

Unter den Barytpräparaten steht der künstliche (d. h. gefällte) schwefelsaure Baryt (Blanc-fix, Barytweiß, Permanentweiß) obenan, nicht allein wegen der Vielseitigkeit seiner Anwendung, sondern auch, weil er fast

[1]) Wagners Jahresbericht 1858 p. 199.

überall in der Barytindustrie zum Vorschein kommt und das werthvolle Endproduct in fast allen Fällen ist, in denen der Baryt industrielle Anwendung findet. Man stellt das Barytweiß meist direct durch Fällen von Schwefel- oder Chlorbarium mit Schwefelsäure oder durch Lösen von Witherit in mit Schwefelsäure versetzter Salzsäure dar. Letzterer von Pelouze herrührenden Methode gebührt der Vorzug, obgleich sie nicht überall befolgt werden kann, denn nach ersterem Verfahren erhält man ein schwefelhaltiges Product (entweder weil das Schwefelbarium Barythyposulfit oder ein Polysulfuret des Bariums enthielt), das beim Aufbewahren gern säuert und zu vielen Zwecken, wo neutrales Barytweiß Erforderniß ist, keine Verwendung finden kann. Weit wichtiger als die directe Methode der Darstellung des schwefelsauren Baryts ist die indirecte Darstellungsart, wobei das Barytweiß als Nebenproduct auftritt. Dies ist nun der Fall bei der Herstellung zahlloser chemischer und technischer Präparate, so z. B. bei der Gewinnung: a) von Weinsäure, die man darstellt, indem man die Hälfte der im Weinstein enthaltenen Säure durch kohlensauren Baryt in der Wärme neutralisirt und die dabei entstehende Lösung von neutralem weinsaurem Kali, wie es gegenwärtig zweckmäßig in pharmaceutisch-chemischen Laboratorien geschieht, auf Kali tartaricum verarbeitet, oder dieselbe durch Chlorbarium zersetzt. Der erhaltene weinsaure Kalk wird nach dem Auswaschen mit kaltem Wasser durch verdünnte Schwefelsäure zersetzt u. s. w.; b) von Citronensäure. Auch bei der Darstellung dieser Säure läßt sich der Kalk mit Vortheil durch Baryt (anfangs kohlensauren Baryt, Vollenden der Sättigung mit Aetzbaryt) ersetzen. Einmal ist der citronensaure Baryt weniger löslich als der citronensaure Kalk, das andere Mal krystallisirt die aus dem Barytsalze abgeschiedene Säure leichter als die aus dem Kalksalze erhaltene, da letztere stets gypshaltig ist; c) von Essigsäure. Wird roher Holzessig mit kohlensaurem Baryt oder mit Schwefelbarium gesättigt, so erhält man essigsauren Baryt, welcher durch vorsichtiges Rösten von den Theerstoffen befreit werden kann. Die Lösung des essigsauren Baryts wird durch eine äquivalente Menge Schwefelsäure zersetzt, wobei man, ohne Destillation, Essigsäure und Barytweiß erhält; d) von essigsaurer Thonerde. Die unter dem Namen Rothbeize in der Färberei und Zeugdruckerei angewendete Lösung von Thonerdeacetat wird bekanntlich mittelst Bleizucker und Alaun dargestellt. Anstatt des Bleizuckers läßt sich essigsaurer Baryt anwenden, wobei man den Vortheil hat, daß man anstatt des schwer zu verwerthenden Bleisulfates Barytweiß erhält; e) von Salpetersäure. Durch Zersetzen einer concentrirten Lösung von Barytsalpeter mit einer äquivalenten Menge Schwefelsäure erhält man, nachdem

das Barytweiß sich abgeschieden, ohne Destillation, nicht zu sehr verdünnte Salpetersäure, die in vielen Fällen, ohne weiter concentrirt zu werden, Anwendung finden, oder durch Erhitzen bei 100° bis auf 1,13 spec. Gewicht (= 19 Proc. Salpetersäure) gebracht werden kann; f) von Chromsäure. Für technische Zwecke zersetzt man den chromsauren Baryt mit Schwefelsäure, wobei gelb gefärbter schwefelsaurer Baryt entsteht, der sich rasch absetzt und als Barytgelb Anwendung finden kann, und eine etwa 10° B. starke Lösung von Chromsäure erhalten wird, die man in Steinzeuggefäßen oder in Bleipfannen bis auf 50 bis 60° B. concentriren kann; g) von Kalisalpeter. Unter den verschiedenen Methoden der Darstellung von gewöhnlichem Salpeter aus Chilisalpeter verdient nach Bolley (vergl. Seite 706) diejenige den Vorzug, nach welcher man den Natronsalpeter durch Chlorbarium in Barytsalpeter (und Chlornatrium) überführt, und den Barytsalpeter durch schwefelsaures Kali in Barytweiß und Kalisalpeter zerlegt; h) von Stearin- und Palmitinsäure. In den Stearinkerzenfabriken werden behufs der Ausscheidung der Fettsäuren aus der Kalkseife jährlich Tausende von Centnern Schwefelsäure in werthlosen Gyps verwandelt. Es liegt daher der Gedanke nahe, zur Verseifung des Talges oder Palmfettes Aetzbaryt (vergl. Seite 461) anzuwenden, womit der Vortheil verknüpft ist, daß man die benutzte Schwefelsäure fast zu dem Ankaufspreise in Gestalt von Barytweiß verwerthen, und aus der von der schweren und sich leicht absetzenden Barytseife abgelassenen Flüssigkeit das Glycerin weit vollständiger abscheiden kann, als wenn man sich des Kalkes zur Verseifung bedient hätte; i) von Stärkezucker. Die Abscheidung der Schwefelsäure aus der Zuckerflüssigkeit, durch Kochen von Stärke mit verdünnter Schwefelsäure erhalten, ist eine der wichtigsten Operationen der Stärkezuckergewinnung, da von ihr nicht nur die Farbe und Reinheit, sondern auch besonders der Geschmack des Productes abhängt. Dem zur Neutralisation angewendeten kohlensauren Kalk ist der kohlensaure Baryt vorzuziehen, da der entstandene schwefelsaure Baryt vollkommen unlöslich ist, sich schnell und vollständig ablagert und auch noch vortheilhaft veräußert werden kann; k) von vielen chemisch-pharmaceutischen Präparaten, so von Blausäure ohne Destillation (durch Zersetzung einer Lösung von Cyanbarium mit einem Aeq. Schwefelsäure und Decantiren der wässerigen Blausäure von dem Barytweißniederschlage), vom Schwefelwasserstoffwasser ex tempore (aus wässeriger Lösung von Schwefelbarium und verdünnter Schwefelsäure und Absetzenlassen des Niederschlages), von Jodwasserstoffsäure (entweder durch Zersetzen einer wässerigen Lösung von Jodbarium mit Schwefelsäure, oder besser durch Eintragen von fein zertheiltem Jod in schwefligsauren Baryt, der im Wasser

suspendirt ist: $BaO, SO_2 + J + HO = BaO, SO_3 + JH$), von Jod- und Bromkalium (durch Zersetzen von Jod- oder Brombarium mit Kalisulfat, oder durch Sättigen der aus schwefligsaurem Baryt erhaltenen Jodwasserstoffsäure mit kohlensaurem Kali), von wässeriger unterchloriger Säure (aus unterchlorigsaurem Baryt und Schwefelsäure), von Salmiakgeist durch Zersetzen von schwefelsaurem Ammoniak in Lösung mit Barythydrat u. s. w.

Barytweiß. Wie aus dem Vorstehenden zur Genüge hervorgeht, wird ein großer Theil des Schwerspathes, welchen die Barytindustrie in Anspruch nimmt, dem Handel in Gestalt von Barytweiß überliefert. In der Regel kommt es in Teigform (*Blanc fix en pâte*) mit 20—30 Proc. Wasser vor. Das Barytweiß hat seit etwa 10 Jahren als Wasserfarbe bei der Tapeten-, Buntpapier und Kartenfabrikation ausgedehnte Anwendung gefunden und scheint überhaupt für viele Zwecke ein Ersatzmittel für Bleiweiß und Zinkweiß werden zu wollen. Das blendende Weiß dieser Farbe ist durch kein anderes Material zu ersetzen, es ist indifferent gegen jede Einwirkung der Luft, der Sonne und der Temperatur, wird durch schwefelwasserstoffhaltige Erhalationen nicht gedunkelt und hat in mehreren Schichten dünn mit Leimlösung aufgetragen eine Deckkraft, welche der des reinsten Kremserweiß am nächsten steht. Bei den geringen Herstellungskosten und dem geringen specifischen Gewichte ist der Preis kaum $1/3$ gegen den von Bleiweiß. Als Bindemittel wendet man an Leim oder Kleister, oder auch ein Gemenge von Kleister und Wasserglaslösung. Mit Oelfirniß angerieben deckt das Barytweiß wenig, gut dagegen, wenn es mit einem gleichen Gewicht Zinkweiß gemischt ist. Daß das Barytweiß als Oelfarbe nicht geeignet erscheint, mag seinen Grund zum Theil darin haben, daß es in Folge seiner chemischen Beschaffenheit durch das Oel nicht zersetzt wird, während bei der Anwendung von Zinkweiß und Bleiweiß stets ein kleiner Theil mit der Oelsäure des Firnisses zu Zink- oder Bleipflaster zusammentritt, wodurch der Deckkraft Vorschub geleistet wird. Für den Tapetenfabrikanten ist das Barytweiß ein schätzbares Material in Folge seiner Eigenschaft, sowohl mit als ohne Glanzpräparat, durch die Bürste einen sonst unerreichbaren Satinglanz anzunehmen, welcher der Feuchtigkeit widersteht. Die Zimmermaler und Stuccaturarbeiter verwenden ebenfalls das Barytweiß in großen Mengen. Auf glatter Gyps- oder Kalkwand mit leichter Leimung einige Mal dünn aufgetragen, hierauf mit einer dichten Bürste oder mit einem Linirballen abgerieben, giebt das Barytweiß eine haltbare Glanzfläche von blendendweißer Farbe.

Als mineralisches Lumpensurrogat in der Papierfabrikation ist das

Barytweiß sehr geeignet, insofern es weißer ist als das Lenzin und sich feiner zertheilen läßt als der Gyps. Der Zusatz von Barytweiß zur Papiermasse ist in mancherlei Hinsicht vortheilhaft, nämlich ordinäre und mittelfeine Papiere gewinnen dadurch an Weiße, der bei dünnem Papiere eintretende Uebelstand des Durchscheinens wird bis zu einem gewissen Grade dadurch aufgehoben, der Festigkeit des Papieres geschieht dadurch kein Abbruch, und endlich wird das Papier durch einen Barytweißzusatz wohlfeiler. — In neuester Zeit wendet man auch den schwefligsauren Baryt in der Papierfabrikation an, welcher erst als Antichlor wirkt und dann, nachdem er in Barytweiß übergegangen, die Masse des Papieres vermehren hilft. — Daß auf nassem Wege erhaltener kieselsaurer Baryt in der Papierfabrikation als Füllstoff ebenfalls wird Anwendung finden können, unterliegt keinem Zweifel. Aus ökonomischen Gründen ist es aber nöthig, daß dieses Barythydrosilicat als Nebenproduct bei irgend einem chemischen Processe gewonnen werde. Ob harzsaurer Baryt — durch Fällen von Harzseife mit Chlorbarium erhalten — entweder für sich oder in Verbindung mit harzsaurer Thonerde zur vegetabilischen Leimung Verwendung finden kann, ist erst durch Versuche festzustellen.

Das Barytweiß findet ferner zum Appretiren der Baumwolle und Leinenzeuge Benutzung. Anstatt der Knochenerde und des Zinkoxydes kann es zur Darstellung von Milchglas und Email Verwendung finden.

Der kohlensaure Baryt — am zweckmäßigsten in Form von fein gemahlenem Witherit, ist in neuerer Zeit vorgeschlagen worden, um die letzten Säuredämpfe der Soda- und Schwefelsäurefabrikation aufzunehmen, die durch Wasser, den Koksconbensator und übliche Apparate nicht condensirt wurden. In England kam der Witherit vor einiger Zeit bei der Fabrikation vorzüglicher Sorten von Krystall- und Spiegelglas in Gebrauch.

Wird kohlensaurer Baryt mit Kohlentheerpech und Sägespänen in einer thönernen Retorte anhaltend geglüht, so geht derselbe größtentheils in ätzenden Baryt über. Boussingault hat gezeigt, daß, wenn man über bis zum dunklen Rothglühen erhitztes Barythydrat Luft leitet, das Wasser ausgetrieben und Aetzbaryt und dann Bariumsuperoxyd gebildet wird, welches letzteres durch stärkeres Erhitzen in Sauerstoffgas und Baryt zerfällt. Dieses Verfahren erregte sofort nach seinem Bekanntwerden großes Aufsehen und zwar in doppelter Hinsicht, einmal glaubte man ein Verfahren gefunden zu haben, den atmosphärischen Sauerstoff auf billige Weise herstellen und für technische Zwecke verwenden zu können, das andere Mal sah der technische Chemiker in dem Bariumsuperoxyd das Mittel zur zweckmäßigen Beschaffung

des Wasserstoffsuperoxydes, eines Körpers, von dem man allgemein erwartete, daß er über lang oder kurz an die Stelle des Chlorkalkes treten und dadurch die Bleicherei auf die einfachste Operation zurückführen würde. Diese Hoffnungen haben sich jedoch bis jetzt noch nicht verwirklicht. Von den vielen Anwendungen des Aetzbaryts seien einige der wichtigern erwähnt: Leitet man über erhitzten Aetzbaryt einen Strom von Luft, deren Sauerstoff man vorher durch eine Säule glühender Kohlen in Kohlenoxydgas verwandelt hat, so tritt der atmosphärische Stickstoff unter dem Einflusse des Baryts mit dem Kohlenstoff zu Cyan zusammen und dieser wieder mit dem Baryt zu Cyanbarium. In technischer Beziehung kann letzteres Anwendung finden 1) zur Darstellung von Cyankalium, indem man die Lösung des Cyanbariums mittelst schwefelsauren Kali's zersetzt; 2) in der Berlinerblaufabrikation, namentlich zur Herstellung der helleren Nüancen, indem man das bei der Zersetzung des Cyanbariums mit Eisenvitriol entstehende Barytweiß zur Verdünnung des Berlinerblau's benutzt; 3) zur Bereitung des Barytblutlaugensalzes (Ferrocyanbarium), das ohne Zweifel in der nächsten Zeit, mindestens theilweise, an die Stelle des Ferrocyankaliums treten dürfte; 4) zur Darstellung der Ferrocyanwasserstoffsäure (erhalten durch Zersetzen der vorigen Verbindung mit Schwefelsäure); die in Folge ihrer Eigenschaft, beim Kochen unter gleichzeitiger Einwirkung der Luft, unter Entwicklung von Blausäure, Berlinerblau zu bilden, zur Erzeugung von Bleu de France ausgedehnte Anwendung findet; 5) zur Herstellung von Cämentstahl. Seitdem man weiß, daß die Elemente des Cyans wesentliche Bestandtheile des Stahles sind, hat man sich mit Vortheil des Cyanbariums zur Stahlbildung bedient; 6) zur Fabrikation von Ammoniak und Ammoniaksalzen. Leitet man über das durch Glühen von kohlensaurem Baryt mit kohlehaltigen Substanzen erhaltene Gemenge von Cyanbarium und Aetzbaryt, bis auf 300° erhitzte Wasserdämpfe, so entweicht Ammoniakgas und es bleibt kohlensaurer Baryt (durch Zerlegung des ursprünglich vorhandenen ameisensauren Baryts) zurück.

Der Aetzbaryt besitzt die wichtige Eigenschaft, mit Rohrzucker in der Siedehitze eine unlösliche Verbindung von Zucker-Baryt ($C_{12}H_{11}O_{11}$, BaO) zu bilden (vergl. Bd. III p. 240). Die bisher gebräuchlichen Methoden der Gewinnung von Rohrzucker aus den Rüben beruhen sämmtlich auf einer Ueberführung der fremden Stoffe in eine unlösliche Form oder Verbindung, mithin auf einer Abscheidung dieser Stoffe von dem Zucker. Das Umgekehrte, nämlich die Trennung des Zuckers von den fremden Stoffen durch Ausfällen der ersteren aus dem Safte oder aus der Melasse ist durch die Anwendung des Baryts ermöglicht. Der als Niederschlag sich

ausscheidende Zucker-Baryt wird von der Flüssigkeit, in welcher alle übrigen Substanzen gelöst bleiben, getrennt, dann in reinem Wasser suspendirt und durch Kohlensäure zersetzt. Man erhält eine Zuckerlösung, welche wie gewöhnlich verkocht, und andererseits kohlensauren Baryt, welcher wieder auf Aetzbaryt verarbeitet wird. Die Gewinnung des Zuckers mittelst Baryt hat allerdings im Großen Schwierigkeiten mancherlei Art im Gefolge, so daß die praktische Anwendung, welche eine Zeit lang davon gemacht wurde, schon wieder aufgehört hat. Es ist aber in dieser Sache das letzte Wort sicherlich noch nicht gesprochen!

Zum Zersetzen des Kryoliths erscheint der Aetzbaryt auch vollkommen geeignet; das sich hierbei bildende Fluorbarium wird durch schwefelsaures Natron in Barytweiß und Fluornatrium und letzteres durch Kalk oder besser durch Baryt in Aetznatron übergeführt.

Der salpetersaure Baryt (Barytsalpeter) läßt sich entweder durch Zersetzen von Chlorbarium mit Chilisalpeter oder auch nach der gewöhnlichen Methode der Salpeterbildung aus Witherit und faulenden Thiersubstanzen darstellen. Ich habe vor einigen Jahren vorgeschlagen, in gewissen Fällen den theuern Kalisalpeter durch den billigen Barytsalpeter zu ersetzen, so zur Bereitung der Salpetersäure mit oder ohne Destillation, zur Reinigung der Glasmasse, zur Bereitung der Zündmasse der Zündrequisiten, in der Feuerwerkerei und zur Bereitung des Schießpulvers; (in letzterer Hinsicht sind jedoch ungeachtet zahlloser Versuche und langjähriger Bemühungen noch große Schwierigkeiten zu besiegen). Die Luftbeständigkeit und der Umstand, daß der Barytsalpeter kein Krystallwässer hat, sind für seine künftige Benutzung wichtige Momente. Daß Bolley neuerdings vorgeschlagen hat, mittelst Barytsalpeter aus Chilisalpeter gewöhnlichen Salpeter darzustellen, ist oben bereits erwähnt worden. Da der Barytsalpeter nach dem Glühen — unter Entwicklung eines Gases, das 66,7 Volumenprocente Sauerstoff enthält — Aetzbaryt hinterläßt, so verdient er auch in dieser Hinsicht Beachtung.

Das Barytchlorat liefert ein grünes Feuer von großer Schönheit und wird dasselbe vielfach in der Kunstfeuerwerkerei benutzt. Der basisch chromsaure Baryt findet unter dem Namen gelbes Ultramarin, Barytgelb, Permanentgelb oder Steinbühlergelb (vergl. Seite 430) als gelbes Farbmaterial eine, wenn auch beschränkte Anwendung. Daß der schwefligsaure Baryt eben so gut wie der schwefligsaure Kalk Handelsartikel sein sollte, ist klar; außer als Antichlor, zur Bereitung von Jodkalium und ähnlichen Jodmetallen u. s. w., würde das Barytsulfit in vielen Fällen in der Industrie Anwendung finden können, wo man gegenwärtig sich der

flüssigen schwefligen Säure bedient[1]). Der unterchlorigsaure Baryt dürfte in Lösung vielfache Anwendung finden können; mit Zinkvitriol zerlegt, fällt ein Gemenge von Barytweiß und Zinkoxydhydrat nieder und in der Lösung bleibt unterchlorige Säure. Baryt-Aluminat durch Glühen eines Gemenges von Thonerde mit Chlorbarium, oder Behandeln eines Gemenges von schwefelsaurem Baryt, Kohle und Thonerde in der Rothglühhitze mit Wasserdampf und Auslaugen der Masse erhält man Baryt-Aluminat in Lösung, welches durch Behandeln mit Schwefelsäure unter Absatz von Barytweiß schwefelsaure Thonerde, beim Behandeln mit Kalkmilch unlöslichen Thonerde-Kalk und Barythydrat giebt. Das Chlorbarium dient unter anderem in der Wollfärberei zur Erzeugung von Sächsischblau, in diesem Falle indigblauschwefelsaurem Baryt, welcher sich durch große Beständigkeit gegen Seifenwasser auszeichnet.

Ultramarin.

(Zu Seite 544.)

Die Methode des Muffelbrennens zur Darstellung des Ultramarins (vgl. S. 550) ist von Hermann Wilkens in Kaiserslautern ausgebildet und so vervollkommnet worden, daß es ihm gelungen ist, in seiner, im großen Maßstabe betriebenen Ultramarinfabrik die stete Uebereinstimmung des zu erhaltenden Productes in hohem Grade zu erreichen, und zwar in der Art, daß die verschiedenen Nüancen ganz nach dessem Belieben hergestellt werden können. Nach H. Wilkens' Methode wird die Mischung der Materialien sofort in blaues Ultramarin übergeführt, also nicht erst, wie in andern Fabriken in grünes, welches dann erst der Operation der Bläuung unterworfen werden muß. Wilkens' Producte erhielten in London 1862 die Preismedaille.

C. Fürstenau[2]) beschreibt ein neues Verfahren der Ultramarinfabrikation[3]), welches allen Uebelständen begegnet, die Vortheile einer massenhafteren Production, unter vollkommenem Schutze gegen Verunreinigung und Verstaubung jeder Art darbietet und die Sicherheit des Gelingens von den Arbeitern ziemlich unabhängig macht. Das Ultramarin wird zu dem Ende in feuerfesten Kästen gebrannt, welche 6 bis 7 Ctr. Roh-

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1861 p. 619.

[2]) Wagners Jahresbericht 1861 p. 244.

[3]) Der Kryolith (Al_2Fl_3, 3 Na Fl) verdient als Rohmaterial der Ultramarinfabrikation alle Beachtung.

masse fassen, von welchen je zwei auf den Herdbänken eines doppelten, nach Art der Smalteöfen, aber mit niedergehendem Feuer construirten, Flammofen sich befinden. Der Ofen besteht aus zwei Etagen, von denen die untere unmittelbar, die obere durch die abziehenden Gase geheizt wird. Ofenfutter, Gewölbe und Herd der ersten Etage, sowie die Feuerung sind von feuerfesten Backsteinen, das Rauhgemäuer und die obere Etage von gewöhnlichen Backsteinen, die Pfeiler von Werkstücken gebaut. Der Herd der oberen Etage besteht aus Eisenplatten, zum Schutze gegen die Abnutzung, welche durch das Ein- und Ausschieben von Röstkästen bewirkt werden könnte. Die Kästen bestehen aus zolldicken Platten, von feuerfestem Material, die mit Falz versehen sind und an den Fugen mit Thon verstrichen werden. An jeder Fuge sind die Kästen unter sich und gegen den Ofen gestützt, so daß sie beim Arbeiten den nöthigen Widerstand leisten können. Das Brennmaterial ist Steinkohle.

Die Zusammensetzung für dunkles Ultramarin ist folgende:

Schwach gebrannter Kaolin	100	Gewichtstheile.
Calcinirte Soda (95grädig)	90	„
Raffinirter Stangenschwefel	100	„
Kolophonium	6	„
Trockene Fichtenscheitholzkohle	6	„

Jedes dieser Materialien wird in Rollfässern feingerollt, mit Ausnahme des Kolophoniums. Die Rollfässer sind von Rothbuchenholz, $3^1/_2$ Fuß lang, haben 2 Fuß größten und 1,8 Fuß kleinsten lichten Durchmesser; Daubenstärke 0,75 auf 1,25 Zoll; die durchgehenden eisernen Achsen sind von 1,25zölligem Quadrateisen. Der Verschluß der Fässer ist wie bei den Amalgamirfässern, nur daß der 5 Zoll Durchmesser haltende Spund einen vorstehenden Rand hat, welcher mit Filz unterlegt wird, um das Ausstauben zu verhüten. In ein Faß kommen neun eiserne Kugeln, von 3 Zoll Durchmesser, und 36 Pfd. zu rollendes Material. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Rollfässer ist 35 Umgänge in der Minute.

Haben die Rohmaterialien auf diese Weise die nöthige Feinheit erlangt, so werden sie, im angegebenen Verhältnisse, mit Kolophonium in nußgroßen Stücken gemengt und noch einmal 4 Stunden gerollt. Diese, jetzt ein zartes graues Pulver bildende Masse wird in die Thonkästen locker eingefüllt, die Kästen gedeckt, der Ofen verschmiert und dann möglichst schnell auf eine Temperatur gebracht, welche dem Schmelzpunkte einer Legirung von gleichen Theilen Silber und Gold gleich ist. Auf dieser Glut wird der Ofen 5—6 Stunden erhalten. Zur besseren Beurtheilung des in den Kästen vor-

kommenden Processes legt man an der vorderen Seite desselben Thonröhren von 1 Zoll lichtem Durchmesser ein, welche 2 Zoll über die Ofenmauer herausstehen und vorn luftdicht verschlossen werden können. Durch diese Röhren nimmt man die Proben mit einem Löffelchen, welches wie die beim Steinbohren zum Herausnehmen des Bohrmehles angewendeten geformt, nur etwas stärker angefertigt ist. Werden die herausgenommenen Proben nach dem Erkalten grün, so hört man mit Schüren nach und nach auf. Hierauf wird die Kanalöffnung in den Schornstein, mit dem dazu angebrachten Schieber, zugeschoben und der Ofen einer 28stündigen Abkühlung überlassen.

Nach zwei Tagen wird die blaugrün gewordene Masse aus den Kästen genommen, auf Mahlbahnen unter senkrecht laufenden Mühlsteinen zerquetscht, dann fein gerollt und in gußeiserne Röstkästen von folgenden Dimensionen gefüllt: Höhe: 1,5 Fuß; Länge: oben 2 Fuß, unten 1,8 Fuß; Breite: oben 1,8 Fuß, unten 1,6 Fuß; Eisenstärke 0,2 Zoll, und dann mit übergreifenden eisernen Deckeln gedeckt. In diesen Kästen wird das Grün in die obere Etage des Ofens, welche neun Stück dergleichen faßt, vor dem Beginne eines Brandes geschoben, und während desselben bis 12 Stunden nach dem Aufhören des Schürens darin gelassen. Diese Orydations- und Entschwefelungsmethode ist dem Orydationsverfahren der Mennige nachgebildet, und läßt sich, wie bei diesem, ohne Schaden für die Farbe wiederholen.

Das hierdurch erhaltene Blau wird vollständig ausgelaugt und auf Granit- oder Quarzmühlen naß fein gemahlen. Die Naßmühlen bestehen aus einem Bodenstein und Läufer mit gewöhnlichen halbrunden Schranzen. Die Läufer müssen genau balancirt sein und beide Steine durch Naßmahlen von Sand und Thon vollkommen polirt. Auf den Bodenstein ist eine Zarge wasserdicht aufgesetzt, welche 4 Zoll über die Oberkante des Läufers hervorragt und mit einem hölzernen Deckel versehen ist. Am Läufer befinden sich an der äußeren cylindrischen Fläche zwei Blechstreifen, welche der Richtung der Bewegung entgegengesetzt und so gekrümmt sind, daß sie den Farbebrei nach oben leiten. Umdrehungsgeschwindigkeit bei einem Durchmesser des Läufers von 3,2 Fuß 15 Umgänge in der Minute. Auf jeden Gang kommen nun circa 50 Pfd. Blau mit dem nöthigen Wasser. Hat die Farbe die verlangte Helligkeit und Feinheit erlangt, was man durch eine Trockenprobe leicht erfahren kann, so wird sie auf Filtrirbeutel gebracht, ablaufen gelassen und dann in gußeisernen Häfen oder Krapen, ebenfalls in der oberen Etage, des Ofens, nach dem Herausnehmen der Röstkästen getrocknet. Nach dem Trocknen wird die Farbe gesiebt und ist nun zum Gebrauche fertig.

Fürstenau fügt noch eine Calculation dieser Art Ultramarinbereitung bei, aus welcher man ersehen kann, daß die von ihm angegebene neue Fabrikationsmethode auch in Betreff der Rentabilität kein ungünstiges Resultat liefert. Mit einem Ofen wie der angegebene kann man per Jahr 120 Brände machen. Jeder Brand erfordert 13,5 Ctr. Rohmaterial und zwar:

450	Pfd.	gebrannten Kaolin à 3,75 fl.	16,37 fl.
450	„	raff. Stangenschwefel à 8,25 fl.	37,12 „
405	„	calcinirte Soda à 12,5 fl.	50,62 „
27	„	Kolophonium à 7 fl.	1,89 „
18	„	Holzkohle à 2 fl.	0,36 „
			106,36 fl.

Also für 120 Brände	12762 fl.
Brennmaterial, Holz und Steinkohlen	1200 „
Arbeitslohn für drei Arbeiter	700 „
Comptoir und Reisen	1000 „
Zinsen von 18000 fl. Anlage- u. Betriebskosten	900 „
Amortisation für 8000 fl. Anlage	800 „
Verpackung	700 „
	18062 fl.

Das Ausbringen ist auf 100 gebrannten Kaolin 122 fertiger Ultramarin, also auf 450 Pfd. 549 Pfd., oder die Erzeugung eines Jahres: 65880 Pfd. reiner Ultramarin. Von diesem kann man, bei obiger Zusammensetzung der Rohmaterialien, den Centner leicht zum Durchschnittspreis von 38 fl. berechnen. Dies giebt für 658,80 Ctr. Ultramarin 25034,4 fl. Bruttowerth der Fabrikationserzeugnisse. Nimmt man nun die runden Summen von

25000 fl. für Erzeugnisse und
18000 „ für Kosten,

so verbleiben 7000 fl.

nach Abzug der Zinsen und Amortisation.

A. Böckmann[1]) analysirte das blaue Ultramarin. Das frisch dem Ofen entnommene Product wurde mit Wasser ausgewaschen, bei 100° getrocknet und dann analysirt; es ergab sich folgende Zusammensetzung:

[1]) Wagners Jahresbericht 1861 p. 239.

	a.		b.		c.		d.	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Thonerde	28,82	28,67	29,32	29,64	25,88	25,85	26,79	26,93
Kieselsäure	38,89	38,94	37,64	37,52	37,96	37,78	36,77	36,57
Natrium	16,09	15,51	14,14	14,75	18,74	19,19	17,66	17,73
Natron	3,11	3,51	3,83	3,37	4,37	4,31	3,20	3,17
Schwefel (*Sa*)	2,08	2,09	2,00	2,07	2,38	2,56	2,22	2,21
„ (*Sb*)	7,51	7,49	8,21	8,24	10,00	9,72	9,07	8,98
Rückstand	2,90	3,26	4,31	4,60	0,94	0,91	3,79	3,85
	99,40	100,47	99,45	100,19	100,27	100,32	99,50	99,35

Nach Abzug des unwesentlichen (und bei diesen Ultramarinsorten kaum 3 bis 4 Proc. betragenden) Thongehalts berechnen sich aus diesen Analysen die folgenden Mittelzahlen:

	a.	b.	c.	d.
Thonerde	29,83	30,91	26.02	28,49
Kieselsäure	40,39	39,41	38,11	38,36
Natron	16,40	15,14	19,08	18,52
Natrium	3,43	3,77	4,36	3,32
Schwefel *a.*	2,15	2,12	2,48	2,31
Schwefel *b.*	7,78	8,62	9,92	9,39

Alaunfabrikation.

(Zu Seite 559.)

Seit einigen Jahren ist ein neuer und wichtiger Gewerbszweig, die Kryolithindustrie entstanden, welche sich mit der Verarbeitung des Kryoliths auf Alaun (oder schwefelsaure Thonerde) und auf Soda (vergl. d. Bd. Seite 717) befaßt. Der Kryolith $Al_2\ Fl_3 + 3\,Na\ Fl$[1]) wird in großen Massen aus Grönland bezogen; er findet sich dortselbst bei Evigtok, etwa 12 Meilen von der dänischen Niederlassung Arksut. Der Raum, wo der Kryolith nebst seinen Begleitern vorkommt, ist durch zwei Trappgänge begrenzt, welche in Gneiß und Hornblendeschiefer aufsetzen. In der Nähe der Kryolithablagerung wird der Gneiß granitisch. An der westlichen Seite findet sich zwischen Kryolith und granitischem Gneiß eine massige Ablagerung von weißem Quarz und Feldspath, ersterer oft in fußdicken Krystallen. Dieses Quarzgestein ist in verschiedenen Richtungen von Kryolithpartien durchsetzt, welche, von der Hauptablagerung isolirt, Krystalle von Titanit,

[1]) Für die Verarbeitung des Kryoliths ist es von Bedeutung, daß mit dem Kryolith von obiger Zusammensetzung auch zwei andere Mineralien analoger Zusammensetzung, nämlich der Niphholith $Al_2Fl_3 + 2\,NaFl$ und der Chiolith $2\,Al_2Fl_3 + 3\,NaFl$ vorkommen.

Columbit, Zinnoxyd, Blende, Molybdän, viel Bleiglanz, Kupferkies, Arsenkies, Schwefelkies und Spatheisenstein führen. Der Kryolith bildet in seiner Hauptmasse ein der Schichtung parallel liegendes Lager von beinahe 80 Fuß Mächtigkeit und 300 Fuß Länge, mit 45° Fallen nach Süden und einem Streichen von nahe Ost nach West. Bei 50 Fuß Tiefe ist das Lager noch nicht durchsunken. An der Südseite berührt der granitische Gneiß nicht unmittelbar den Kryolith, sondern derselbe ist an der Grenze auf einige Fuß mit Bleiglanz, Kupferkies, Blende, Schwefelkies und Spatheisenstein imprägnirt, daneben liegt eine Bleiglanzader mit 83,5 Proc. Blei und 45 Unzen Silber in 1 Tonne Erz, daneben ein Quarzgang, dann folgt granitischer Gneiß, darauf ein Spatheisensteingang mit dem Fallen des Kryolithlagers und dann granitischer Gneiß, welcher um so mehr in wirklichen Gneiß übergeht, je näher er dem bezeichneten Trappgange kommt. An der Nordseite des Kryoliths findet sich ebenfalls die Erzeinsprengung, daran schließt sich ein Flußspathgang und es folgt dann schon der granitische Gneiß. Der oberflächlich weiße, weniger compacte und weniger durchscheinende Kryolith wird bei 10 Fuß Tiefe dunkel, bei 15 Fuß Tiefe fast ganz schwarz, immer dichter und durchscheinender. Beim Glühen nimmt er unter 1 Proc. Verlust an Säure und Wasser die Eigenschaften des weißen Kryoliths an. Die Grönländer benutzen den Kryolith zum Mahlen der Tabaksblätter, wobei der erzeugte Schnupftabak beinahe sein halbes Gewicht an Kryolithpulver aufnimmt. Das Gemisch der beiden Kryolithlager wird mit einem garantirten Gehalte von 95 Proc. Kryolith abgeliefert.

Schon vom Jahre 1849 an beschäftigte sich Professor Julius Thomsen[1]) in Kopenhagen mit dem Studium des Kryoliths in technischer Beziehung, entdeckte 1850 die Zersetzbarkeit dieses Minerals durch Kalk und Kalksalze und erhielt 1853 ein zehnjähriges Patent auf die Verarbeitung des Kryoliths nach dieser Methode.

Nachdem die Herbeischaffung einer hinreichenden Menge Rohmaterials aus Grönland ermöglicht worden, eröffnete Thomsen 1857 die erste kleine Fabrik für Sodagewinnung aus Kryolith in Kopenhagen, welcher 1858 die Anlage einer zweiten größeren, die Fabrik Oeresund bei Kopenhagen, folgte. Nach dem Muster derselben ist 1861 eine Fabrik in Harburg auf Soda und schwefelsaure Thonerde errichtet, welcher noch anderweitige ähnliche Fabriken in Prag und Mannheim nachgefolgt sind. Die Firma Thbd. Weber und Comp. in Kopenhagen besorgte für die fünf bestehenden Fabriken jährlich an 120- bis 150,000 Ctnr. Kryolith; für die Harburger

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 291.

Fabrik allein 20,000 Ctnr. zu $2^1/_2$ Thlr. pro Ctner. franco Harburg. Noch besonderes Verdienst um die Verbesserung der Verarbeitung des Kryoliths auf Soda und Alaun hat sich der technische Direktor der Kopenhagener Fabrik, Göker, durch Construction zweckmäßiger Oefen erworben.

Die Abscheidung der Thonerde und des Natrons aus dem Kryolith und deren Nutzbarmachung kann in nachstehender Weise geschehen:

a) Zerlegung des Kryoliths durch kohlensauren Kalk auf trocknem Wege nach Thomsen's Methode[1]): Man erhitzt ein Gemenge von 1 Aeq. Kryolith mit 6 Aeq. kohlensaurem Kalk. Es bildet sich unter Entweichen von Kohlensäure in Wasser lösliches Natronaluminat und unlösliches Fluorcalcium: $(Al_2 Fl_3 + 3 Na Fl) + 6 CaO, CO_2 = Al_2 O_3, 3 NaO + 6 Ca Fl + 6 CO_2$. In Kopenhagen geschieht die Zersetzung des Gemenges von Kryolith und Kreide durch Steinkohlenfeuer, welches einestheils über das auf Steinplatten ausgebreitete Schmelzgut hinwegstreicht, dann aber auch unter den Steinplatten hindurchgeht. In Folge dieser gleichmäßigen Erhitzung entstehen wenig oder gar keine Klumpen. In Harburg[2]) findet bei Anwendung eines gewöhnlichen Flammofens an der Feuerbrücke gewöhnlich Sinterung statt, während an der Fuchsseite die Zersetzung nicht vollständig ist. Die beim Erkalten hart werdenden Klumpen lassen sich dann fast gar nicht auslaugen Man zieht deshalb die glühenden Klumpen etwas früher, als die übrige Mischung, aus, zerdrückt dieselben, reibt sie mit eisernen Krücken durch ein Drahtsieb, zermalmt die Siebgröbe unter Kollermühlen, glüht nochmals, siebt wieder und erhält dann dieselben Resultate, wie in Kopenhagen. Das Mengen der Bestandtheile geschieht entweder blos unter Kollermühlen (Kopenhagen) oder besser, wie in Harburg, indem man das unter solchen Mühlen Zerkleinte in einem großen eisernen Rollirfaß mit 25 Stück eisernen 24pfündigen Kanonenkugeln rotiren läßt. Man erhält dabei eine um 4 Proc. höhere Ausbeute.

Man laugt alsdann das Natronaluminat mit Wasser aus und leitet in die Lösung die bei der vorhergehenden Schmelze entwichene Kohlensäure, welche unter Bildung von kohlensaurem Natron Thonerdehydrat ausscheidet. Die geklärte Natronlauge gießt man ab und versiedet sie auf Soda, während die ausgewaschene Thonerde in verdünnter Schwefelsäure gelöst wird. Diese

---

[1]) Man sollte die Kryolithindustrie mit der Barytindustrie zu combiniren und zum Zersetzen des Kryoliths Baryt anzuwenden versuchen. In diesem Falle würde man Fluorbarium erhalten, welches vortheilhaft verwerthet werden kann, während das Fluorcalcium noch keine passende Verwendung gefunden hat.

[2]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 292.

Lösung wird entweder zur Bildung von Alaun mit einem Kalisalz versetzt oder für sich abgeraucht und das entstehende feste Salz unter dem Namen concentrirter Alaun oder Sulfat in der Färberei verwendet. 1 Aeq. Kryolith (238) liefert 1 Aeq. Thonerde (78,8), also $^1/_3$ des Kryoliths, oder 100 Pfd. Kryolith 33 Pfd. Thonerde, welche 90 Pfd. englische Schwefelsäure zur Neutralisation erfordern. 100 Pfd. Kryolith können somit 305 Pfd. Alaun liefern.

b) Zerlegung des Kryoliths durch Aetzkalk auf nassem Wege nach Sauerwein[1]). Man kocht höchst fein gemahlenen Kryolith (1 Aeq. = 238 Th.) mit gebranntem und gelöschtem, möglichst eisenfreiem Kalk (6 Aeq. = 168 Th.) in einem Bleigefäß, so entsteht mit großer Leichtigkeit eine Lösung von Natronaluminat und unlöslichem Fluorcalcium: $(Al_2\,Fl_3 + 3\,Na\,Fl) + 6\,Ca\,O = Al_2\,O_3, 3\,Na\,O + 6\,Ca\,Fl$. Nachdem sich das Fluorcalcium abgesetzt hat, decantirt man die klare Lauge, wäscht den Rückstand einige Male aus, giebt die ersten Waschwasser zur Hauptlauge und benutzt die letzten Laugen statt Wasser bei einer nächsten Operation. Zur Abscheidung der Thonerde behandelt man die Lösung in der Hitze mit höchst fein gepulvertem überschüssigen Kryolith unter stetem Umrühren, wobei die Zersetzung nach der folgenden Formel vor sich geht:

$$(Al_2\,O_3\,,\,3\,Na\,O) + (Al_2\,Fl_3 + 3\,Na\,Fl) = 2\,Al_2\,O_3 + 6\,Na\,Fl.$$

Da die ausgeschiedene fein vertheilte Thonerde den Kryolith zu umhüllen strebt, so wendet man letzteren höchst fein zertheilt im Ueberschuß unter stetem Rühren an. Die Umwandlung der Stoffe hat stattgefunden, wenn sich in der Lösung kein Aetznatron mehr findet, dessen Vorhandensein bei Zusatz von Salmiaklösung zu einer filtrirten Probe an dem Thonerde-Niederschlag beim Erhitzen sich kund giebt. Ist dies nicht mehr der Fall, so läßt man sich die Lauge klären, zieht die klare Lösung des Fluornatriums ab, wäscht die rückständige Thonerde aus und verfährt damit, wie oben angegeben.

Durch Kochen der Fluornatriumlösung mit gebranntem und gelöschtem Kalk erzeugt man Aetznatron, welches von dem Fluorcalcium-Niederschlag getrennt und durch theilweises oder vollständiges Eindampfen in Natronlauge oder festes Aetznatron verwandelt wird. Wendet man möglichst eisenfreien Kalk an, so fällt auch die Thonerde sehr rein aus; es kann aber auch der Kryolith eisenhaltig sein.

Dieses Verfahren ist nicht weniger einfach, als das vorige, zumal sich

---

[1]) Wagners Jahresbericht 1862 p. 297.

bei richtiger Ausführung desselben die Angabe Tissier's[1]) nicht bestätigt, daß bei der Umwandlung des Kryoliths mittelst Kalkes nur ein Drittel des Aluminiums als Thonerde erfolgt.

Nach Moigno[2]) geben 100 Th. Kryolith beim Kochen mit Kalkmilch oder beim Glühen mit Aetzkalk 57 Th. Natronhydrat und 24,4 Th. aufgelöste Thonerde, wenn man die Zersetzung nach folgendem Schema annimmt:

$$\left.\begin{matrix} Al_2\,Fl_3,\,3\,Na\,Fl \\ 6\,CaO,\,HO \end{matrix}\right\}\text{ geben }\left\{\begin{matrix} 3\,NaO,\,HO,\,Al_2\,O_3, \\ 3\,HO,\,6\,Ca\,Fl. \end{matrix}\right.$$

c) Zerlegung des Kryoliths durch Schwefelsäure. In der Fabrik von Weber (in Kopenhagen), dem Besitzer sämmtlicher Kryolithbrüche in Grönland, gewinnt man nach dem Vorschlage von Persoz[3]), wie es scheint, durch Zersetzen von Kryolith mit Schwefelsäure und Behandeln mit kohlensaurem Kalk Soda und als Nebenproduct eisenfreie schwefelsaure Thonerde. Der Kryolith erfordert zu seiner Zersetzung auf 1 Aeq. (238 Th.) 6 Aeq. und zwar 240 Th. wasserfreie oder 321 Th. gewöhnliche englische Schwefelsäure des Handels und giebt dabei neutrale schwefelsaure Thonerde, schwefelsaures Natron und Fluorwasserstoffsäure nach der Formel:

$$\left.\begin{matrix} Al_2\,Fl_3,\,3\,Na\,Fl \\ 6\,SO_3,\,HO \end{matrix}\right\}\text{ geben }\left\{\begin{matrix} Al_2\,O_3,\,3\,SO_3 + 3\,NaO, \\ SO_3 + 6\,H\,Fl. \end{matrix}\right.$$

Dampft man die Lösung ein und läßt krystallisiren, so scheidet sich das schwefelsaure Natron aus und die übrig bleibende, an schwefelsaurer Thonerde reiche Mutterlauge liefert das Material zur Alaunbereitung.

Dieses Verfahren erfordert besondere Feuerung und besondere Apparate, liefert theurere Producte und die Arbeiten sind umständlicher, als bei den vorigen, das Glaubersalz muß erst noch in Soda verwandelt werden, wobei die Hälfte der zur Zersetzung des Kryoliths angewandten Schwefelsäure verloren geht. Außerdem muß die nur wenig zu verwerthende Fluorwasserstoffsäure entfernt werden, da sie in noch weit höherem Grade schädlicher ist, als das salzsaure Gas der Sodafabriken.

Nach Persoz' Vorschlag (1859) erhitzt man den Kryolith mit dem dreifachen Gewicht concentrirter Schwefelsäure in Platingefäßen bis zum Ueberdestilliren des größten Theils der Säure und unter Auffangung der Flußsäure. Aus dem Rückstand zieht man mit wenig kaltem Wasser den größten Theil des darin enthaltenen zweifach schwefelsauren Natrons aus,

---

1) Wagners Jahresbericht 1857 p. 395.

2) Wagners Jahresbericht 1858 p. 118.

3) Wagners Jahresbericht 1859 p. 218.

bringt die ungelöst bleibende wasserfreie schwefelsaure Thonerde durch Kochen mit Wasser in Lösung und wandelt dieselbe durch Zusatz von schwefelsaurem Kali oder schwefelsaurem Ammoniak in eisenfreien Alaun um. Das zweifach schwefelsaure Natron wird zur Trockne verdampft und die trockne Masse in Retorten destillirt, wobei rauchende Schwefelsäure übergeht und Glaubersalz zurückbleibt.

Zum Schlusse sei erwähnt, daß man in neuester Zeit auf den Kryolith (in Folge seines Natron- und Thonerdegehaltes) von Seite der Ultramarinfabrikation und der Herstellung von Cäment aufmerksam geworden ist.

Schlußwort.

Mit der dritten Lieferung des V. Bandes ist mein Handbuch der Technologie, dessen Ausarbeitung die Mußestunden von fast sechs Jahren in Anspruch nahm, beendigt worden. Das Werk stellt nun ein möglichst vollständiges und ausführliches technologisches Handbuch dar, welches, wenn ich den Ansichten competenter Männer Glauben schenken darf, eben so gut geeignet ist zum Studium wie zur Benutzung in der Praxis. Ueber viele wichtige Abschnitte der Gewerbslehre glaube ich Monographien geschrieben zu haben. Zu meiner Genugthuung ist die unsägliche Mühe und Arbeit, die ich auf das Werk verwendet habe, im In- und Auslande nicht unerkannt geblieben. Im Inlande haben viele Schriftsteller der letzten Jahre aus meinem Buche geschöpft, nicht selten ohne auch nur der Quelle zu gedenken; im Auslande erschienen Auszüge und vollständige Bearbeitungen; von den letzteren seien nur die weit verbreitete und vortreffliche holländische (Handboek der Fabriekscheikunde naar Dr. Wagner, Hoogleerar in de Fabriekscheikunde, voor Nederlanders bewerkt door Dr. Teerlink, D. Noothoven van Goor, te Leiden) und die russische Ausgabe (in Petersburg von einer Gesellschaft technischer Chemiker herausgegeben) erwähnt. Für England und Nordamerika wird gegenwärtig eine englische Ausgabe vorbereitet.

Da der erste Band bereits im Jahre 1858, der zweite im Jahre 1859 erschien, so sind die beiden Bände so gut als möglich durch Nachträge (im letzten Hefte des V. Bandes) ergänzt worden. Vollständige Nachträge zu geben und dadurch die beiden ersten Bände thunlichst auf das Niveau der

Gewerbswissenschaft zu bringen, war aus Mangel an Raum nicht ausführbar und beziehe ich mich in dieser Hinsicht auf meine Jahresberichte der chemischen Technologie, die, was den chemischen Theil des vorliegenden Werkes betrifft, als Supplementbände des Handbuches betrachtet werden können.

Denjenigen Gelehrten und Industriellen, die mich bei der Ausarbeitung meines Handbuches theils durch Notizen und wohlgemeinte Winke, theils durch ihre Mitwirkung bei der Abfassung einzelner Abschnitte oder durch Mittheilung von Zeichnungen ꝛc. unterstützten, oder durch nachsichtige und aufmunternde Beurtheilung meiner Arbeit mir neue Kraft zum Vollbringen gaben, statte ich zum Schlusse meinen herzlichsten Dank ab.

Universität Würzburg, den 20. December 1863.

Rudolf Wagner.

Druck von Otto Wigand in Leipzig.

Theorie und Praxis der Gewerbe.

Hand- und Lehrbuch

der

Technologie.

Für den
Selbstunterricht und zum Gebrauche an Universitäten und
technischen Lehranstalten.

Von

Dr. Johannes Rudolf Wagner,

Professor der Technologie an der Universität Würzburg.

Register

über alle fünf Bände.

Leipzig
Verlag von Otto Wigand.
1864.

Register.

A.

B.

D.

E.

F.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

J.

L.

M.

N.

O.

P.

S.

T.

U.

V.

X.

Z.

Druck von Otto Wigand in Leipzig.